This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY

Chem 7005.3 Bd. Mar. 1893.

Harvard College Library

FROM THE BEQUEST OF

GEORGE HAYWARD, M.D.,

OF BOSTON,

(Class of 1809).

15 May, 1889.

SCIENCE CENTER LIBRARY

HARVARD COLLEGE
MAY 15 1889
LIBRARY

Handbuch der chemischen Technologie.

In Verbindung
mit
mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet

und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Fünften Bandes dritte Gruppe:

Die Fabrikation des Rußes und der Schwärze

aus

Abfällen und Nebenproducten

insbesondere der

Theer- und Mineralöl-Destillerien, Braunkohlenschweelereien, Weinsäurefabriken ꝛc. ꝛc.

von

Dr. Hippolyt Köhler,
Fabrikdirector.

Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1889.

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit der Herren Herausgeber, der Herren Mitarbeiter und der Verlagshandlung lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Handbuch

der

chemischen Technologie.

In Verbindung
mit
mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet

und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Fünften Bandes dritte Gruppe:

Die Fabrikation des Rußes und der Schwärze

aus

Abfällen und Nebenproducten

insbesondere der

Theer- und Mineralöl-Destillerien, Braunkohlenschweelereien, Weinsäurefabriken 2c. 2c.

von

Dr. Hippolyt Köhler,
technischer Chemiker.

Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1889.

614-42
27

Die Fabrikation

des

Rußes und der Schwärze

aus

Abfällen und Nebenproducten

insbesondere der

Theer- und Mineralöl-Destillerien, Braunkohlenschweelereien, Weinsäurefabriken ꝛc. ꝛc.

Nach dem gegenwärtigen Stande dieser Industrie und unter Benützung der besten Quellen bearbeitet

von

Dr. **Hippolyt Köhler,**
technischer Chemiker.

Mit 44 in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1889.

~~34, 1-11~~

Chem 7005.3

HARVARD COLLEGE
MAY 15 1889
LIBRARY.

Harvard Fund.
(49.)

Alle Rechte vorbehalten.

Vorwort.

Während einer mehrjährigen Thätigkeit als Leiter einer mit Rußfabrikation verbundenen Theerdestillation hat sich mir vielfach der Mangel eines Werkes über die Erzeugung von Ruß und Schwärze fühlbar gemacht. Außer wenigen, spärlichen Mittheilungen in einigen encyklopädischen Werken finden sich eine Reihe von einzelnen Notizen über diesen Gegenstand in Büchern und Zeitschriften zerstreut, die größtentheils über die Fortschritte in diesem Industriezweige berichten, und zu ihrer Verwerthung eine eingehende Kenntniß der Fabrikation voraussetzen.

Ich habe damals auf Anregung meines inzwischen verstorbenen Chefs, des Herrn Dr. G. A. Dittler in Höchst a. M., alle diese Publikationen, soweit sie mir zugänglich waren, gewissenhaft gesammelt und diese Sammlung später durch meine eigenen Erfahrungen, sowie durch Mittheilungen bewährter Freunde und Fachgenossen vervollständigt. So entstand die vorliegende kleine Schrift, welche, anfänglich nur zu eigener Belehrung bestimmt, im Laufe der Zeit eine Form angenommen hat, in welcher man sie auch anderen Fachgenossen in die Hand geben kann, zumal ich wohl annehmen darf, durch Berücksichtigung aller Fortschritte bis in die neueste Zeit darin eine Monographie zu bieten, welche ein getreues Bild des gegenwärtigen Standes dieser wichtigen Industrie entrollt.

Gleichwohl bin ich mir bewußt, daß dieser Arbeit sowohl hinsichtlich des Stoffs, als auch der Darstellung, noch manche Mängel anhaften, die der nachsichtige Leser im Hinblick auf den gänzlichen Mangel eines Buches über diesen Gegenstand, sowie auf die Schwierigkeiten, welche sich der Zusammenstellung der Literatur entgegenstellten, zu entschuldigen wissen wird. Dadurch, daß die einzelnen Notizen in den Werken und Zeitschriften der verschiedensten wissenschaftlichen und technischen Disciplinen, oft sogar in Artikeln, die einen

ganz anderen Gegenstand behandelten, zu suchen waren, war es leicht möglich, daß manche Notiz von Wichtigkeit übersehen, oder doch nicht in der Vollständigkeit wiedergegeben werden konnte, wie es vielleicht wünschenswerth erschien. Durch eine vollständige Angabe der Literatur hoffe ich diesem Mangel abgeholfen zu haben. Leider war es mir auch nicht mehr möglich, die während des Druckes der vorliegenden Schrift erschienene Arbeit von C. A. Hering: „Die Verdichtung des Hüttenrauchs“ *) zu berücksichtigen, welche eine Reihe von Mittheilungen und Vorschlägen enthält, die auch für die Verhütung des Rußauswurfs bei Rußöfen werthvoll sind, und die daher der Beachtung der Interessenten empfohlen sein möge.

Die Verlagsbuchhandlung hat das Werkchen in liberalster Weise mit neuen, vielfach nach meinen eigenen Skizzen vortrefflich ausgeführten Holzschnitten ausgestattet. Ihr sowohl, wie allen jenen Herren, welche mich durch Mittheilungen über diesen Gegenstand freundlichst unterstützt haben, sage ich an dieser Stelle meinen besten Dank.

*) Stuttgart, 1888, J. G. Cotta.

Offenbach a. M., im März 1889.

H. Köhler.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Einleitung 1

Der Kohlenstoff. Vorkommen und Eigenschaften desselben . . . . . —
Lavoisier's Einfluß auf die Kenntniß des Kohlenstoffs . . . . . —
Allotropische Zustände des Kohlenstoffs: Diamant und seine Anwendung als Edelstein und Werkzeug. Graphit und seine Verwendung in Kunst und Industrie. Kohle und ihre technische Anwendung zur Erzeugung von Wärme und Kraft, Entfärbung, Absorption, Reduction, sowie als Farbmaterial 2
Definition von Schwärze und Ruß . . . . . —

Der Ruß 5

1. Theorie der Rußbildung . . . . . —

Begriff der Verbrennung; Glühen, Flamme . . . . . —
Leuchtende und Nichtleuchtende Flamme . . . . . —
Ursachen des Leuchtens: Theorie von Davy. Frankland's Hypothese, und Ansicht über die Natur des Rußes. Widerlegung derselben durch W. Stein. Zusammensetzung des Rußes nach Stein, Kubel und J. R. Santos 6
K. Heumann's Versuche über leuchtende Flammen. Demonstration der Rußbildung in der Flamme 7
Beobachtungen von Knapp über das Entleuchten der Flamme durch indifferente Gase 9
Beobachtungen von Wibel über Wiederherstellung der Leuchtkraft durch Erhitzen der Gasgemische vor der Verbrennung . . . . . —
Heumann's Theorie der leuchtenden Flamme 10
Abscheidung des Rußes an glühender Fläche 11
Praktische Schlußfolgerungen 12

2. Allgemeine Betrachtungen über Ruß und Rußfabrikation . . 13

Entwickelung der Rußfabrikation . . . . . —
Ruß aus Schornsteinen; Glanzruß, Flatterruß . . . . . —

Seite

Rauchverwerthung in Schweden und England 14
Steinkohlenproduction Englands, Amerikas und Deutschlands 1860 und 1883 15
Mengen des Rußes aus Steinkohlen bei gewöhnlichen Feuerungen . . . —
Rußgehalt der Luft in London an Wintertagen . . . . . —
Materialien zur Rußfabrikation . . . . . —
Verbrennungseinrichtungen . . . . . —
Behandlung des Materials; Entwässern, Destilliren, Lösen, Schmelzen . 16
Mineraltheer, Goudron minérale, Präparirter Theer 17
Leitung der Verbrennung; verschiedene Einflüsse der Witterung 18
Engler's Untersuchungen über die Ursachen der Explosionen in Rußöfen 19
Ausbeuten an Ruß, aus den verschiedenen Materialien 21
Ein- und Ausfuhr von Ruß 1880 bis 1884 . . . . . —

3. Fabrikation von Flammruß 22

Aeltere Einrichtungen. Rußkammer ohne besonderen Feuerungsraum . —
Rußkammer mit getrenntem Verbrennungsraum 23
Einführung von Kammersystemen. 24
Saarbrücker Ofen . . . . . —
Oefen mit continuirlichem Betrieb 27
Rußofen von Versch . . . . . —
Schwarzwälder Rußöfen 31
Rußöfen mit Ausnutzung der Verbrennungswärme 34
Vollkommene Entrußung der Rauchgase 35
Verbrennung derselben unter der Dampfkesselfeuerung . . . . . —
Mechanische Vorrichtungen zur Entrußung 36
Filtration der Rauchgase durch grobmaschige Stoffe . . . . . —
Entrußung unter Zuhülfenahme der specifischen Schwere der Rußflocken: Jalousien, Siemen's Spiraldeflector 37
Bau und Einrichtung der Kammern 40
Inbetriebsetzung derselben 41
Weitere Bearbeitung des Rußes. Ventilation desselben . . . . . —
Siebmaschine von Zemsch 42
Reinigung des Rußes; mit Sprit nach Runge; mit Natronlauge; mit Schwefelsäure nach C. Köchlin; durch Calcination. Calcinirofen für Ruß 43
Packen der Töpfe 45
Eigenschaften des Flammrußes 48
Anwendung des Flammrußes . . . . . —
Verpackung und Versandt 49

4. Fabrikation des Lampenrußes 50

Definition von Lampenruß . . . . . —
Aeltere Fabrikationsweise, noch heute in China gebräuchlich . . . . . —
Construction der Lampen . . . . . —
Selbstthätige Füllung derselben 52
Condensation des Rußes in Kammern 53
Apparat von Martin und Grafton 54
Apparat von Lorilleux fils 55
Condensation des Rußes auf kalten Flächen 57

Seite

Vorschläge von Prechtl und Gentele 57
Apparat von Otto Thalwitzer 58
Amerikanischer Lampenrußapparat 61
Apparat von Shoemaker 62
Apparate von Rob. Dreyer . . . . . —
Lampenruß aus natürlichem Gas. Diamantschwarz 65
Eigenschaften des Lampenrußes 68
Anwendung des Lampenrußes 69

Die Schwärze 70

1. Allgemeine Betrachtungen über Verkohlung und trockene Destillation . . . . . —

Verhalten organischer Körper bei höherer Temperatur unter Luftabschluß. Trockene Destillation, Verkohlung . . . . . —
Allgemeiner Vorgang bei der trockenen Destillation . . . . . —
Untersuchungen von Mills und Foster 71
Zusammensetzung und Beschaffenheit des festen Rückstandes . . . . . —
Ausbeute an verkohlter Substanz. Einfluß der Temperatur nach Untersuchungen von Violette, Mills, Karsten und Pettenkofer . —
Natur der flüchtigen Zersetzungsproducte der verschiedenen Materialien . 75

2. Materialien zur Schwärzefabrikation . . . . . —

Anforderungen, welche an dieselben zu stellen sind . . . . . —
Aufzählungen der gebräuchlichen Materialien . . . . . —
Natur des Rohmaterials; Trester, Hefe. Braunkohle, Unterschiede von Steinkohle, Varietäten, Zusammensetzung, Productionsverhältnisse. Bituminöse Schiefer, Vorkommen, Verbreitung. Newton's Patent zur Darstellung von Schwärze aus Gastheer und gelöschtem Kalk. Patent von Gatehous 76

3. Fabrikation der Schwärze 79

Verkohlung in Meilern und geschlossenen Kohleöfen . . . . . —
Verkohlung in Töpfen, Mittheilungen von Matthey 80
Verkohlung in Retorten, Retortenofen nach Matthey ohne Gewinnung der Nebenproducte 81
Retortenofen von Illgen mit theilweiser Gewinnung der Nebenproducte 83
Oefen von Brison, Gits und Du Rieux 85
Englischer Retortenofen nach Lunge . . . . . —
Vergasung von Weintrestern nach Illgen 88
Ofen von Halliday mit continuirlicher Füllung und Entleerung . . . . . —
Apparate von Lahoré und Moissau 89
Retortenofen von Berg und Repp 90
Heißluftapparat von Repp . . . . . —
Verkohlung mit überhitztem Dampf . . . . . —
Apparate von Perutz, Grotowsky und Ramdohr 91
Apparat von Zwillinger . . . . . —
Weitere Verarbeitung der Schwärze 92
Mahlmühle, Desintegrator, Mahltrommel, Raßmühle, Trockenanlagen . . . . . —
Betriebsresultate, Eigenschaften und Anwendung der Schwärze 96

Seite

Prüfung und Werthbestimmung von Schwärze und Ruß 98

1. Prüfung auf Deckkraft und Nuance . . . . . —

Vorläufige Prüfung 99

Angaben von Kreßler . . . . . —

Runge's Methode zur Bestimmung der Deckkraft 100

Stein's Methode mit gleichzeitiger Bestimmung des Farbentons . . . —

2. Chemische Untersuchung von Ruß- und Schwarzfarben . . 101

Verfälschung des Rußes mit mineralischen Stoffen . . . . . —

Untersuchung von angeriebenen Farben . . . . . —

Identificirung der Schwärzen durch ihr Verhalten gegen gefärbte Flüssigkeiten 102

Bestimmung der flüchtigen Bestandtheile . . . . . —

Aschenbestimmung 103

Zusammensetzung von Kohlenschiefer, Braunkohlen-, Torf-, Reben- und Knochenasche . . . . . —

Tabellarische Uebersicht des Verhaltens der verschiedenen Aschen 104

Einleitung.

Gegenstand der vorliegenden Besprechung ist der Kohlenstoff in jener Form, die wir unter dem Namen „Ruß“ oder „Schwärze“ kennen und im täglichen Leben in mannigfaltiger Anwendung sehen. Es ist daher wohl am Platze, wenn wir, bevor wir auf unser eigentliches Thema eingehen, die wichtigsten Eigenschaften des Kohlenstoffs hier kurz besprechen, um so mehr, als uns dadurch auch Gelegenheit geboten wird, zu erkennen, welchen Qualitäten derselbe in den einzelnen Fällen seine Verwendung verdankt.

Der Kohlenstoff gehört zu denjenigen Elementen, welche am allgemeinsten in der Natur verbreitet sind, und in der größten Menge vorkommen. In reinem Zustande findet er sich selten, nur als Diamant und Graphit, in mächtigen Lagern dagegen als fossile Ueberreste organischer Materien, als Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf; von diesen besteht jedoch nur das älteste Glied, der Anthracit, aus fast reinem Kohlenstoff, während der Gehalt der anderen an Wasserstoff und Sauerstoff darauf hinweist, daß ihre Umwandlung in Kohle noch nicht vollkommen erfolgt ist. In ungeheurer Menge tritt der Kohlenstoff ferner noch als Kohlensäure auf, welche theils in freiem Zustande sich in der Atmosphäre befindet oder aus dem Boden durch Vulcane, Mineralquellen ꝛc. exhalirt wird, theils gebunden an anorganische Stoffe in Form von kohlensaurem Kalk und Dolomit ganze Gebirgsformationen bildet. Endlich sind noch eine Menge verschiedener Kohlenwasserstoffe zu erwähnen, die theils als Gas und Dampf, theils in flüssiger oder fester Form als Petroleum, Bergwachs, Ozokerit, Asphalt zu Tage treten.

Der Kohlenstoff spielt sowohl in rein chemischer Beziehung, als auch mit Rücksicht auf die zahlreichen Arten seiner technischen Anwendung eine sehr wichtige Rolle. Er ist seit den frühesten Zeiten bekannt, aber die genauere Kenntniß seiner chemischen Eigenschaften fällt erst in die Epoche, in der Lavoisier die Wissenschaft umgestaltete, und erst seit dieser Zeit ist er auch als Element erkannt. Seitdem hat der Kohlenstoff und seine Verbindungen stets die Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich gezogen, so daß es heute in der ganzen chemischen Wissenschaft kein Gebiet giebt, das so gründlich erforscht ist, wie dasjenige der sogenannten Kohlenstoffverbindungen oder organischen Chemie.

Der Kohlenstoff ist immer fest, besitzt weder Geschmack noch Geruch und wird durch die Wärme nicht verändert; er ist weder flüchtig noch schmelzbar und in allen bekannten Lösungsmitteln unlöslich. Er hat zu den anderen Elementen bei gewöhnlicher Temperatur gar keine Verwandtschaft, und verbindet sich nur bei erhöhter Temperatur mit mehreren nichtmetallischen und metallischen Körpern. Seine übrigen Eigenschaften wechseln sehr, je nach der besonderen Aggregatform, in der er sich befindet. Der Kohlenstoff tritt nämlich in drei verschiedenen allotropischen Zuständen auf, und dieser Eigenschaft verdankt er nicht zum geringsten Theil seine ungemein vielseitige Anwendung.

Bald ist er regelmäßig krystallisirt, durchsichtig, von ausgezeichnetem Glasglanze, weder Elektricitäts- noch Wärmeleiter; dies ist der Diamant, der als kostbarster Edelstein dem Menschen zum Schmuck dient, oder von ihm in Folge seiner Eigenschaft, der härteste Körper zu sein, dazu benutzt wird, um andere Körper zu bearbeiten, ja sogar um ganze Gebirge zu durchbohren; bald zeigt er eine verworrene Krystallisation, ist blätterig, schwarz und vollkommen undurchsichtig, metallisch glänzend, Elektricitäts- und Wärmeleiter; dies ist der Graphit, der dem Künstler als Griffel dient, und im täglichen Leben, wie in der Galvanoplastik eine wichtige Rolle spielt. Bald endlich zeigt er keine Spur von Krystallisation, ist amorph, mehr oder weniger schwarz, vollkommen undurchsichtig und nicht glänzend; dies ist die Kohle, die mit mehr oder weniger Wasserstoff, Sauerstoff und anorganischen Körpern als Steinkohle, Braunkohle und Torf in der Natur vorkommt, von dem Menschen in Form von Holzkohle, Kohke, Schwärze und Ruß in reinerer Form künstlich erzeugt wird, und ihm im häuslichen und industriellen Gebrauche die wichtigsten Dienste leistet.

Vor Allem ist es die Eigenschaft des Kohlenstoffs, bei erhöhter Temperatur eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoff zu zeigen, die in ergiebigster Weise ausgenutzt wird. Zunächst beruht hierauf die Verwendung der sogenannten Brennstoffe oder Heizmaterialien zur Erzeugung von Wärme und Kraft, welche den Impuls seiner gesammten industriellen Thätigkeit bilden. Dann macht die mit dieser hervortretenden Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff bei höherer Temperatur verbundene Fähigkeit desselben, vielen Metalloxyden den Sauerstoff zu entziehen, ihn zu einem ausgezeichneten Reductionsmittel, welches bei der hüttenmännischen Gewinnung vieler Metalle von hervorragender Bedeutung ist.

Von der größten industriellen Wichtigkeit ist ferner die Beobachtung Lowitz' geworden, daß die Kohle die Eigenschaft besitzt, thierische oder vegetabilische Flüssigkeiten zu entfärben. Seit Figuier im Jahre 1811 gezeigt hat, daß diese Eigenschaft in besonderem Maße der thierischen Kohle zukommt, benutzt man diese Entdeckung in der Zuckerraffinerie, der Paraffin- und Ceresinfabrikation und in manchen anderen Industriezweigen, wo es sich um Entfärbung von gelösten, festen oder flüssigen Stoffen handelt.

Eine weitere, sehr bemerkenswerthe Eigenschaft der Kohle ist ferner ihr großes Anziehungsvermögen für Gase aller Art, welches in der Hitze gleich 0 ist, aber in dem Maße der Temperaturerniedrigung an Intensität zunimmt. Man bedient sich dieser Eigenschaft, die vornehmlich frisch geglühter Holzkohle zukommt,

häufig im häuslichen und gewerblichen Leben, wenn es gilt, gewisse schädliche Gase, z. B. Kohlensäure, aus Gährkellern und derartigen Räumen zu entfernen, üble Gerüche aus Fleisch 2c. hinwegzunehmen und dergleichen mehr.

Es bleibt uns endlich, von manchen anderen werthvollen und verwertheten Eigenschaften abgesehen, die färbende Kraft der Kohle in dieser oder jener Form zu erwähnen, eine sehr wichtige Eigenschaft des Kohlenstoffs, mit der wir uns in dem vorliegenden Buche zu beschäftigen haben werden. Diese Eigenschaft war nicht allein vom nachhaltigsten Einfluß auf die Entwickelung von Kunst und Gewerbe, sie hat auch eine großartige civilisatorische Arbeit geleistet, indem sie es ermöglichte, mit Hülfe der Buchdruckerschwärze das geschriebene Wort zu vervielfältigen, und es auf diese Weise Millionen von Menschen zugänglich zu machen.

Das färbende Princip aller im Gebrauche befindlichen schwarzen sogenannten Erd- und Mineralfarben ist der amorphe Kohlenstoff, der diese Farbmaterialien in Folge seiner erwähnten werthvollen Eigenschaften und seiner von keinem anderen erreichten Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse zu den geschätztesten und wichtigsten Substanzen der ganzen Farbenindustrie macht.

Das Vorkommen des amorphen Kohlenstoffs in der Natur, oder richtiger gesagt, solcher Erden und Mineralien, welche denselben in einer für alle tinctorialen Zwecke geeigneten Form enthalten, ist keineswegs ein sehr häufiges. Man findet zwar an manchen Orten in Bayern, Thüringen, am Rhein, in der Schweiz, Italien, Frankreich und Spanien einen durch Kohle gefärbten Thonschiefer von blauschwarzer bis schwarzer Farbe, der gemahlen und geschlämmt ein gutes Farbmaterial liefert, allein diese Lager sind so wenig mächtig, und die Zubereitung der Farbe in Folge örtlicher Verhältnisse so kostspielig, daß man gezwungen war, neue Quellen zur Deckung des Bedarfes zu erschließen, welche sich im Laufe der Zeit derartig mächtig entwickelt haben, daß die natürlichen Schwarzfarben mit dem künstlich erzeugten Product nicht mehr zu concurriren vermögen. Zudem werden von manchen Industrien an das zu verwendende Product so hohe Anforderungen in Bezug auf feine Vertheilung und Deckkraft gestellt, daß das natürliche Schwarz, welches doch immerhin nur durch einen Mahl- und Schlemmproceß mechanisch zertheilt wird, diesen Anforderungen in keiner Weise entspricht.

Die Verwendung des künstlich erzeugten amorphen Kohlenstoffs als schwarze Farbe reicht bis ins graue Alterthum zurück, wenn auch seine fabrikmäßige Erzeugung einer späteren Periode angehört. Stets hat man ihn aus gewissen organischen Stoffen, meist vegetabilischen oder animalischen Ursprungs, gewonnen, indem man diese einer Zersetzung durch höhere Temperatur unterwarf, welche den Kohlenstoff in mehr oder weniger reinem, und für den bestimmten Zweck geeigneten Zustande lieferte. Man hat schon früh die Beobachtung des Rußens der Flammen unter gewissen Bedingungen gemacht, und auch die Entstehung der Kohle aus pflanzlichen und thierischen Stoffen kennen gelernt.

Diese beiden Beobachtungen gaben die Richtung an, innerhalb welcher sich im Laufe der Zeit die Industrie entwickeln sollte, von der vorliegendes Buch handelt, die Industrie des Rußes und der Schwärze. Beide, der Ruß sowohl als auch die Schwärze, sind das Product der Einwirkung höherer Temperatur auf geeignete organische Körper. Während indessen der Ruß sich dadurch bildet, daß

hierbei die äußere Luft nur soweit Zutritt hat, daß hauptsächlich der Wasserstoff der vergasten Materialien verbrennt, der größte Theil des Kohlenstoffs dagegen sich in Flocken aus der Flamme ausscheidet, wird bei der Bildung der Schwärze der Luftzutritt entweder noch weiter beschränkt (Meilerverkohlung) oder ganz aufgehoben (Retortenverkohlung), so daß nur ein Glühen der Materialien ohne Flammenbildung stattfindet.

Wir können demnach den Ruß definiren als das Product einer unvollständigen Verbrennung, die Schwärze hingegen als ein solches der trockenen Destillation resp. Verkohlung. Und dieser Unterschied giebt uns zugleich die naturgemäße Eintheilung an, die wir unserem Buche zu Grunde zu legen haben.

Der Ruß.

1. Theorie der Rußbildung.

Der Ruß ist das Product der unvollständigen Verbrennung organischer Körper. Verbindet sich ein Körper unter Wärme- und Lichtentwickelung mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft oder mit reinem Sauerstoffgas, so nennt man diesen Vorgang *Verbrennung* und es können zweierlei Erscheinungen dabei auftreten.

Ist der Körper von Natur aus nicht flüchtig, und liefert er durch die bei der Verbrennung erzeugte Hitze keine brennbaren, gasförmigen Producte, so wird er nur *glühen*. So verbrennt z. B. Holzkohle unter Glühen, weil sie sich bei keiner Temperatur verflüchtigt und ihr gasförmiges Verbrennungsproduct, die Kohlensäure, nicht brennbar ist.

Ist dagegen der Körper ein brennbares Gas, oder verwandelt er sich in Folge der bei der Verbrennung erzeugten Wärme in ein solches, so entsteht eine *Flamme*. So verbrennt z. B. das Leuchtgas mit Flamme, weil es an und für sich ein Gas ist; der Schwefel mit Flamme, weil er bei der Verbrennung gasförmig wird; Fett, Oel, Steinkohle mit Flamme, weil sich aus ihnen durch den Einfluß der Verbrennungswärme brennbare gasförmige Zersetzungsproducte bilden, namentlich leichter und schwerer Kohlenwasserstoff.

Eine Flamme ist daher ein *verbrennender gasförmiger Körper* und sie kann in zweierlei Art in die Erscheinung treten, entweder als *nichtleuchtende* oder als *leuchtende* Flamme. Es war *Davy*, welcher zuerst die Theorie aufstellte, das Leuchten einer Flamme rühre von in derselben schwebenden festen Partikelchen her, die durch die Hitze der Flamme zur Weißgluht gebracht sind. Die Ursache des Leuchtens einer gewöhnlichen Kerzen- oder Gasflamme sei fein vertheilter Kohlenstoff, der sich als Ruß aus jeder leuchtenden Flamme abscheiden lasse, wenn man den Zutritt der Luft beschränkt oder dieselbe abkühlt. Deshalb rußt z. B. eine Petroleumlampe, wenn man deren Docht zu hoch schraubt, und beschlägt sich ein Porcellanteller mit Ruß, wenn man ihn über eine Kerzenflamme hält. Hierin liegt zugleich die *Theorie der Rußbildung*, die also mit der Theorie der leuchtenden Flamme aufs Innigste verknüpft ist.

Lange Zeit erfreute sich die Theorie von Davy allgemeiner Gültigkeit, weil sie allen Erfahrungen durchaus entsprach. Eine Reihe von interessanten Beobachtungen veranlaßten dann aber Frankland[1]), die Hypothese aufzustellen, es sei nicht fester Kohlenstoff, welcher die Flamme leuchtend mache, sondern es seien vornehmlich dichte, glühende Dämpfe von Kohlenwasserstoffverbindungen, welchen die Ursache des Leuchtens zuzuschreiben sei. Zum Beweise für die Richtigkeit seiner Hypothese führte er an, daß gar manche Flammen hellleuchtend sind, ohne daß an das Vorhandensein fester, glühender Körper gedacht werden kann. Zu den bereits bekannten Verbrennungs-Erscheinungen des Arsens, Phosphors, Schwefels, Schwefelkohlenstoffs im Sauerstoffgas, die von bedeutender Lichtentwickelung begleitet sind, fügte er noch die interessante Beobachtung, daß Wasserstoff und Kohlenoxyd im Sauerstoffgase bei einem Druck von 10 bis 20 Atmosphären mit hellleuchtenden, ein continuirliches Spectrum gebenden Flammen verbrennen, und auch die schwachleuchtende Weingeistflamme bei einem Druck von 18 bis 20 Atmosphären so hell wie eine Kerze strahlt. Aus diesem Grunde erklärt Frankland den Ruß für eine Anhäufung der dichtesten Kohlenwasserstoffe, deren Dämpfe sich an einem in die Flamme gebrachten kalten Gegenstande condensiren, und findet eine Bestätigung seiner Ansicht darin, daß der Ruß niemals ganz reiner Kohlenstoff ist, sondern stets mehr oder weniger Wasserstoff gebunden enthält, den er erst beim Glühen im Chlorstrome abgiebt.

Eine solche Behauptung ist indessen, wie W. Stein[2]) treffend bemerkt, schon darum unhaltbar, weil dann der Ruß sich auch durch Erhitzen wieder in Dampf verwandeln lassen müßte, als welcher er in der Flamme vorhanden war; eine Voraussetzung, welcher das Experiment bekanntlich nicht entspricht. Ob der Kohlenstoff rein, oder ob er gemischt ist mit einem wasserstoffhaltigen Körper, hat überhaupt wenig zu bedeuten; denn die Hauptfrage, um welche es sich handelt, ist die, ob der „Ruß" als Dampf oder ob er in festem Zustande in der Flamme vorhanden ist. Bekanntlich ist die Temperatur der Flamme an verschiedenen Stellen verschieden und man weiß aus Versuchen von Magnus, daß sich aus den schweren Kohlenwasserstoffen bei weniger hohen Temperaturen neben dem Kohlenstoff noch ein wasserstoffhaltiges, theerartiges Product abscheidet.

Es läßt sich daher kaum denken, daß sich chemisch reiner Kohlenstoff aus einer Flamme ablagern läßt, wenn man berücksichtigt, wie groß das Absorptionsvermögen der Kohle für Gase und Dämpfe ist. Im Gegentheil muß man annehmen, daß der einmal abgeschiedene Ruß sofort nach seiner Anlagerung an den abkühlenden Gegenstand nicht allein Verbrennungsgase und Wasserdampf, sondern auch etwa unverbrannt austretende Kohlenwasserstoffdämpfe auf seiner Oberfläche fixiren wird. Wie gering indessen diese Verunreinigungen sind, ergiebt sich aus den Analysen, die verschiedene Forscher von verschiedenen Rußarten ausgeführt haben. So fand W. Stein in dem aus einer Gasflamme abgesetzten Ruß 99,1 Proc. Kohlenstoff und nur 0,9 Proc. Wasserstoff. Desgleichen fand Kubel

[1]) Ann. Chem. Pharm. 82, 1 u. f. — [2]) Journ. f. pr. Chemie, N. F., 8, 402.

in einem Lampenruß aus Terpentinöl nach dem Extrahiren mit Aether und Ausglühen 99 Proc. Kohlenstoff neben 0,6 Proc. Wasserstoff. J. R. Santos[1]) analysirte einen Ruß aus Gasen, die im pennsylvanischen Erdölgebiete aus der Erde strömen und fand darin 96,4 Proc. Kohlenstoff und 0,74 Proc. Wasserstoff. Mit der Sprengel'schen Luftpumpe konnten demselben Gase entzogen werden, welche folgende Zusammensetzung zeigten:

Kohlenoxyd	1,387	Gew.-Proc.
Kohlensäure	1,386	„
Stickstoff	0,777	„
Wasserdampf	0,682	„

Directe Beweise für die Anwesenheit von festem Kohlenstaub (Ruß) in den leuchtenden Flammen hat erst K. Heumann geliefert, und dieselben in einer Reihe interessanter Abhandlungen[2]) niedergelegt. Diese schönen Arbeiten haben nicht nur der Theorie von Davy wieder zu ihrem Rechte verholfen, sie enthalten auch eine Fülle für die Rußfabrikation beachtenswerther Resultate, so daß wir uns nicht versagen können, dieselben ausführlicher zu besprechen, und dies um so weniger, als jene Arbeiten beinahe das einzige wissenschaftliche Material enthalten, welches über die Bildung des Rußes existirt.

Hält man ein Porcellanstäbchen in eine Gas- oder Kerzenflamme, so beschlägt es sich nur an seiner unteren Fläche mit Ruß; erst nach längerer Zeit, nachdem sich unten bereits eine dicke Rußschicht abgesetzt hat, bildet sich auch auf der oberen Fläche des Stäbchens ein schwacher Hauch. Wäre nun der Ruß als ein leuchtender Dampf in der Flamme enthalten, so müßte man annehmen, daß die Ablagerung an einem kalten Gegenstande eine Condensation jenes Dampfes sei, wie Frankland sagt; wenn nun der Gegenstand ringsum von der leuchtenden Flamme umgeben ist, so müßte auch ringsum Condensation resp. Berußung stattfinden. Der Versuch zeigt aber, daß sich nur die untere Fläche berußt, also kann der Ruß nicht als Dampf, er muß als fester Körper in dem Flammenmantel vorhanden sein; die Berußung ist demnach ein ganz mechanischer Vorgang, analog dem Ansetzen des Staubes an die Wände des Zimmers.

Als ein weiteres Argument gegen die Anwesenheit fester Kohletheilchen in den leuchtenden Flammen führt Frankland deren Durchsichtigkeit an, indem er die Frage aufwirft: „Wie könnte eine Leuchtflamme so durchsichtig sein, als sie ist, wenn sie mit festen Kohlenpartikeln angefüllt wäre?" Es gelang Heumann auch diesen Einwurf zu entkräften. Einmal steht es fest, daß der Mantel einer Gasflamme in seinem nichtleuchtenden Theile viel durchsichtiger ist, als in seinem leuchtenden; außerdem liefert eine Kerzenflamme, vor einem von der Sonne beleuchteten Papierschirm aufgestellt, einen außerordentlich scharfen Schatten, welcher genau so weit reicht, als der Leuchtmantel der Flamme. Der Schatten einer Terpentinölflamme, die aus einem Leuchtmantel in eine schwarze Rauchsäule übergeht, wird Jedermann überzeugen, daß der oben als Ruß austretende, feste

[1]) Chem. News 1878, 38, 94. — [2]) Ann. Chem. 181, 129; 182, 1; 183, 102; 184, 206.

Kohlenstoff bereits unten im leuchtenden Flammenmantel in gleicher Gestalt vorhanden war; er erscheint als der Schatten einer direct über dem Dochte beginnenden Rußsäule und läßt nicht erkennen, wie weit die leuchtende Flamme reicht. Dagegen liefern die aus glühenden Gasen und Dämpfen bestehenden Flammen, wie die von Phosphor, Arsen 2c. keinen Schatten.

Alle irgend denkbaren Zweifel an der Gegenwart des festen Kohlenstoffs in der leuchtenden Flamme hat Heumann indessen gehoben, als es ihm gelang, den Kohlenstaub in der Flamme für das Auge sichtbar zu machen. Bei Beantwortung der Frage, woher es wohl kommen mag, daß sich der so äußerst fein zertheilte Ruß an festen Gegenständen zu zusammenhängenden Lappen vereinigt, und auch beim Aufsteigen in der Luft relativ große Flocken bildet, war es naheliegend, anzunehmen, daß durch den festen Gegenstand oder die ruhende Luft die ersten Kohlenstäubchen in ihrer Bewegung gehemmt oder abgelenkt werden; die nachfolgenden stoßen dann mit größerer oder geringerer Heftigkeit gegen die ruhenden oder in anderer Richtung bewegten und vereinigen sich mit diesen in Folge des Druckes zu größeren Massen.

Diese Stoßwirkung hat Heumann auf zweierlei Art durch das Experiment erreicht. Da eine ruhende oder entgegenwirkende Luftschicht genügend Widerstand für dieselbe bietet, durch Entgegenblasen von Luft die Flammen aber zu stark abgekühlt oder der Kohlenstoff rasch verbrannt worden wären, so hat er zwei Gasflammen gegen einander stoßen lassen; hierdurch müssen nothwendiger Weise größere Kohlenaggregate entstehen, welche schon darum, und weil sie in viel geringerer Zahl vorhanden und daher langsamer bewegt sind, wie vorher die kleinen Stäubchen, für das Auge viel leichter wahrnehmbar sein müssen. Der Versuch bot eine überraschende Erscheinung: der untere Theil des entstehenden Flammenhalbmonds, an sich nur wenig leuchtend, war übersät mit tausenden von Funken, die in Folge des excentrischen Stoßes sich in wirbelnder Bewegung befanden. Auf einem Porcellanteller aufgefangen, erscheinen sie nicht als feiner, sondern als grobkörniger Ruß. Dieselbe Erscheinung konnte Heumann hervorrufen, als er gegen die Wölbung einer glühenden Platinschale eine spitze Leuchtgasflamme treten ließ.

Durch diese Versuche ist es also gelungen, die Ausscheidung festen Rußes innerhalb der Leuchtgasflamme dem Auge sichtbar zu machen. Die Erscheinung beweist aufs Ueberzeugendste, daß die normal leuchtenden Flammen nur dadurch von jenem Funkenheer verschieden sind, daß bei ihnen die Kohletheilchen kleiner und zahlreicher sind; denn der Versuch zeigt in den einzelnen Theilen der Flamme sämmtliche Uebergangsstadien vom Funkenheer zum continuirlichen Leuchtmantel in der allerdeutlichsten Weise.

Hiermit wäre die Natur und die Entstehung des lichtgebenden Körpers in leuchtenden Kohlenwasserstoffflammen, und somit auch des Rußes, vom mehr physikalischen Standpunkte aus in unzweideutigster Weise dargelegt. Man kann auch auf rein chemischem Wege zum gleichen Resultate gelangen.

Wird in eine nicht leuchtende Kohlenwasserstoffflamme Chlorgas oder Brombampf eingeleitet oder der die Flamme umgebenden Luft beigemengt, so leuchtet dieselbe sofort unter starker Rußabscheidung. Selbst Kohlenwasserstoffe mit geringem

Kohlenstoffgehalt, wie Grubengas, zeigen diese Erscheinung in auffallender Weise. Bekanntlich zersetzen Chlor oder Brom diese Kohlenwasserstoffe bei Glühhitze unter Abscheidung von Kohle und Bildung von Salzsäure oder Bromwasserstoff. Diese Flammen rußen sogar viel stärker als jene, bei denen die Abscheidung des Kohlenstoffs durch Oxydation vermittelst Luft herbeigeführt wird, weil Chlor und Brom nicht im Stande sind, den Kohlenstoff in eine flüchtige Verbindung überzuführen. Die Bildung der Salzsäure oder des Bromwasserstoffs läßt sich in diesen Fällen leicht daran erkennen, daß die der grüngesäumten Flamme entsteigenden Dämpfe auf blaues Lackmuspapier lebhaft sauer reagiren.

Nach diesen Auseinandersetzungen über die Bildungsweise des Rußes sollen die näheren Umstände betrachtet werden, welche diese Bildung zu vermehren oder zu verringern, ja selbst ganz aufzuheben im Stande sind.

Jede Flamme bedarf, um die größtmöglichste Lichtintensität zu entwickeln, ein bestimmtes Quantum Luft. Ist der Luftzutritt zu gering, um allen ausgeschiedenen Kohlenstoff zu verbrennen, so brennt die Flamme trübe und setzt Ruß ab. Treibt man dagegen so viel atmosphärische Luft in den inneren Raum der Flamme, daß vollständige Verbrennung ohne Abscheidung von Kohle stattfindet, so hört sie auf, leuchtend zu sein, ihr Umfang verringert sich, ihre Hitze dagegen wird bedeutend gesteigert, wie man dies an den in den Laboratorien gebräuchlichen Bunsen'schen Gasbrennern wahrnehmen kann.

Eine auf den ersten Blick diesen Thatsachen ganz entgegenstehende Beobachtung hat Knapp[1]) gemacht. Derselbe fand nämlich, daß nicht bloß Luft, sondern auch Stickstoff, Kohlensäure und andere indifferente Gase, wenn sie dem Leuchtgas beigemischt werden, dessen Flamme nicht leuchtend machen. Es war also unter diesen Umständen nicht mehr möglich, die Aufhebung der Leuchtkraft ausschließlich einer sofortigen Oxydation ohne Abscheidung von Kohlenstoff zuzuschreiben, da ja auch völlig sauerstofffreie Gase denselben Effect hervorbrachten.

Andererseits machte nun aber Wibel[2]) die Entdeckung, daß ein aus Leuchtgas und Luft, Stickstoff oder Kohlensäure gebildetes und mit blauer Flamme brennendes Gemisch wieder eine helle, rußende Flamme liefert, wenn die Brennerröhre, aus welcher die Ausströmung erfolgt, zum Glühen erhitzt wird.

Einen weiteren Fall, die Abscheidung von Kohlenstoff zu verhindern, zeigt uns ein Versuch, den Jedermann leicht anstellen kann. Wird eine leuchtende Flamme durch irgend einen passenden Gegenstand, z. B. eine Porcellanschale, wenig niedergedrückt, so verliert die Flamme etwas von ihrer Leuchtkraft und das Porcellan überzieht sich mit einer dicken Rußschicht. Senkt man jedoch gleich von Anfang an den wärmeentziehenden Gegenstand tief in die Flamme bis zu deren untersten Hälfte, so verschwindet die Leuchtkraft vollständig, und das Porcellan wird nicht im Geringsten berußt. Stellt man dergleichen Versuche mit einer Platinschale an, und erhitzt hierauf die Platinschale von der Innenseite durch einen kräftigen Bunsen'schen Brenner zum Glühen, so wird die entleuchtete, ohne Rußabscheidung brennende, blaue Flamme mit steigender Temperatur der Platinfläche immer leuchtender und erhält schließlich ihre frühere Leuchtkraft wieder.

---

[1]) Journal f. prakt. Chemie, N. F., 1, 425. — [2]) Ber. d. d. chem. Ges. VIII, 226.

Hierdurch ist bewiesen, daß allein die Wärmeentziehung durch den hineingehaltenen kalten Gegenstand die Entleuchtung verursacht, die sofort verschwindet, wenn dieser Gegenstand zum Glühen erhitzt wird. Die Ausbreitung der Flamme, sowie die durch sie bedingten Einflüsse sind also im vorliegenden Falle unwesentlich. Heumann hat diesen Beweis auch noch auf andere Weise erbracht. Leitet man Chlor- oder Brombampf zu der durch eine Porcellanschale entleuchteten Flamme, so erlangt sie sofort ihre Leuchtkraft wieder und überzieht die Porcellanfläche mit Ruß. Da das Chlor oder Brom die Temperatur der Flamme nicht erhöht, so muß dieser Versuch als ein unwiderleglicher Beweis dafür angesehen werden, daß die durch Abkühlung entleuchtete Flamme nur darum kein Licht ausstrahlt, weil ihre Temperatur nicht ausreicht, Kohlenstoff abzuscheiden; sie genügt aber, um den auf andere Weise zur Ausscheidung gebrachten Kohlenstoff zum Glühen zu bringen.

In einer ähnlichen Lage befinden sich die durch Beimischung indifferenter Gase an der Kohlenstoffabscheidung verhinderten Gase. Wibel hat gezeigt, daß das verdünnte Material nur einer höheren Flammentemperatur bedarf, um unter Rußabscheidung zu brennen. Den gleichen Erfolg erzielt man auch, wenn man der blauen Flamme des Gemisches von Leuchtgas mit Luft, Stickstoff oder Kohlensäure Chlor oder Brom zuführt; dadurch erhalten diese Flammen eine bedeutende Leuchtkraft und berußen eine hineingehaltene Porcellanplatte.

Diese erschöpfenden Versuche, von denen wir hier nur einen Theil wiedergegeben haben, zwingen unabweislich zur Annahme folgender, von Heumann gegebenen Theorie:

„Die kohlenstoffhaltigen Leuchtmaterialien können in zweierlei Art verbrennen, leuchtend, d. h. unter Kohleabscheidung in der Flamme, und nicht leuchtend, d. i. ohne diesen Zwischenproceß. Zu der erstgenannten Verbrennungsart ist eine gewisse, von der Natur des Brennstoffes abhängige, hohe Temperatur der Flamme nöthig, während die durch irgend welche Mittel an der Erreichung jener Grenztemperatur gehinderte Flamme nicht im Stande ist, jene Ausscheidung von Kohlenstoff zu bewirken. Brennmaterialien, welche durch indifferente Gase verdünnt sind, erfordern eine höhere Temperatur, um jene Zersetzung zu erleiden, als dies sonst der Fall sein würde."

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß namentlich in Bezug auf den zuletzt erwähnten Punkt die Chemie eine Reihe analoger Beispiele bietet; indem z. B. verdünnte Lösungen erst häufig beim Erhitzen Zersetzung erleiden, Niederschläge erzeugen ꝛc., während dies bei concentrirteren schon bei niedrigerer Temperatur der Fall ist.

Was nun die verschiedenen Theile einer jeden leuchtenden Flamme betrifft, so besitzen dieselben sehr verschiedene Temperaturen. Der heiße, obere Theil des leuchtenden Flammenmantels wird deshalb durch einen eingeführten kalten Gegenstand nur auf eine sehr kleine Strecke bis unter die zur Kohleabscheidung nöthige Temperatur abgekühlt, in Folge dessen dieser Proceß ringsum ungestört fortdauert. Es wird alsdann der Fall eintreten, daß bereits an einer tiefer gelegenen, als der abgekühlten Stelle der Flamme Kohleausscheidung stattfindet und daß diese Kohletheilchen bei ihrem Aufsteigen wider den die Flamme berüh-

renden Gegenstand stoßen und ihn berußen; also würde sich im oberen Theil der Flamme ein eingebrachter Gegenstand selbst dann mit Ruß überziehen (ausschließlich an der unteren Fläche), wenn in etwas weiterer Umgebung des abkühlenden Körpers in Folge allzu bedeutender Temperaturerniedrigung keine Rußabscheidung mehr stattfinden könnte.

Führt man indessen den wärmeentziehenden Gegenstand in den tiefer gelegenen, an sich weniger heißen Theil des Leuchtmantels, so sinkt die Flammentemperatur in weitem Umkreis unter jene zur Kohleabscheidung absolut nöthige Grenztemperatur herab. Es kann somit weder ein Leuchten des betreffenden Flammentheiles, noch ein Berußen des eingebrachten Gegenstandes stattfinden, da auch der oben erwähnte Umstand, daß bereits weiter unten im nicht abgekühlten Theile der Flamme Kohle ausgeschieden sein könne, bei geeigneter Stellung des eingeführten Körpers nicht in Betracht kommt.

Es folgt hieraus mit positiver Gewißheit, daß eine Abkühlung der Flamme zum Zwecke des Berußens gar nicht nöthig ist, da ja der Kohlenstoff, wie wir gesehen haben, nicht in Folge der Temperaturerniedrigung in der Flamme, sondern im Gegentheil durch eine recht hohe Temperatur ausgeschieden worden ist. Der in die Flamme eingeführte Gegenstand kann daher lediglich die Rolle einer Schanze spielen, welche die abgeschossenen Kugeln auffängt, und seine wärmeentziehende Wirkung kommt der Rußabscheidung nur insofern zu statten, als dadurch ein reichliches Verbrennen des in der Flamme suspendirten, sowie bereits abgelagerten Rußes vermieden wird.

Hieraus ergiebt sich die Nothwendigkeit, daß auch an einer glühenden Fläche Rußabscheidung stattfinden muß. Heumann hat dies durch einen sehr einfachen Versuch constatirt, indem er gegen die Wölbung einer geeignet befestigten, zum Glühen erhitzten Platinschale eine leuchtende Stichflamme treten ließ. Schon am Verschwinden des glatten Aussehens der Schale ist die Ablagerung von glühendem Ruß zu erkennen. Schiebt man die leuchtende Flamme ein wenig zur Seite, so verbrennt der nunmehr der Luft ausgesetzte Ruß sofort unter lebhaftem Erglühen. Wartet man jedoch so lange, bis die abgelagerte Rußschicht einige Dicke erlangt hat und entfernt dann gleichzeitig beide Flammen, die Heiz- und die Leuchtflamme, so verbrennt zwar ebenfalls ein Theil des Rußes, doch kühlt sich die Platinschale so rasch ab, daß noch eine ziemliche Menge unverbrannten Rußes zurückbleibt.

Wir haben in den vorstehenden Ausführungen die Theorie der Rußbildung bis in ihre Details verfolgt; wir haben festgestellt, daß der Ruß als eine mehr oder weniger reine Form des Kohlenstoffs anzusprechen ist, welcher sich bei der unvollständigen Verbrennung kohlenstoff- und wasserstoffhaltiger organischer Körper in der Weise bildet, daß vornehmlich der Wasserstoff oxydirt wird, der Kohlenstoff aber unangegriffen bleibt. Sehen wir nun zu, welche praktischen Schlußfolgerungen sich für die Rußfabrikation aus dem Gesagten ziehen lassen.

Was zunächst die Wahl des zu verarbeitenden Materials anbelangt, so haben wir bereits angeführt, daß das Leuchten einer jeden Flamme hauptsächlich durch schwere Kohlenwasserstoffgase bedingt wird, welche sich durch die Verbrennungswärme aus den Brennstoffen bilden, und zwar beruht diese Bildung darauf, daß dieselben

durch die beim Verbrennen erzeugte Hitze in leichtere Kohlenwasserstoffe und freie Kohle zerfallen. Es ist daher klar, daß auch nur diejenigen Substanzen mit um so größerer Rußabscheidung verbrennen werden, welche einen Gasstrom liefern, der reich an schweren Kohlenwasserstoffen, d. h. an solchen ist, die in der Hitze reichlich Kohlenstoff abscheiden. Einen solchen Gasstrom werden aber nur Substanzen zu liefern vermögen, welche Kohlenstoff und Wasserstoff in überwiegender Menge gegen den Sauerstoff enthalten, indem bei der Zersetzung dieser Körper in höherer Temperatur einerseits nicht viel Kohlenstoff vom Sauerstoff in Anspruch genommen, andererseits aber auch nicht viel Wasserdampf gebildet werden kann, welcher die brennenden Gase verdünnt, und somit der Kohlenstoff hauptsächlich dem Wasserstoff überlassen bleibt. Dies ist der Fall bei Fetten und Oelen, Harzen, Mineralölen, Theer u. s. w. Ein Theil dieser Substanzen wird auch in der That in ungeheuren Massen industriell auf Ruß verarbeitet, während sich die Verwendung der anderen schon mit Rücksicht auf ihren hohen Preis verbietet.

Wir haben gesehen, daß es durchaus nicht gleichgültig ist, unter welchen Bedingungen man das zu verarbeitende Material der Verbrennung unterwirft. Um ein in quantitativer Hinsicht möglichst günstiges Resultat zu erzielen, muß man vor Allem dafür sorgen, daß die Flamme des verbrennenden Materials nicht zu stark abgekühlt wird, sondern genügend Hitze entwickelt, um eine möglichst vollständige Kohleabscheidung herbeizuführen. Andererseits ist natürlich auch allzu hohe Temperatur und zu unbeschränkter Luftzutritt von Nachtheil, weil dann ein größerer Theil des abgeschiedenen Rußes wieder verbrennt.

Die Abscheidung des Rußes aus der Flamme kann in zweierlei Weise geschehen, entweder durch eine ruhende Luftschicht, oder durch einen hineingehaltenen Gegenstand, an welchem sich derselbe festsetzen kann. Es ist dies also ein rein mechanischer Vorgang, allein es hängt von seiner richtigen Durchführung ungemein viel ab. Denn während bei einer rauchfrei brennenden Flamme sämmtlicher ausgeschiedene Kohlenstoff theils im Inneren der Flamme, theils im äußeren Saume verbrennt, kann dies in allen jenen Fällen viel weniger der Fall sein, wo die Flamme nicht durch die Luft, sondern durch einen die Flammen berührenden, festen Gegenstand begrenzt wird. Indessen ist auch hier der Luftzutritt nicht gänzlich aufgehoben und es wird darum immer ein Theil des bereits abgelagerten, aber noch fortglühenden Rußes verbrannt werden. Die Rußabscheidung ist demnach an einer glühenden Fläche nicht ganz so groß, wie an einer weniger heißen; an ganz kalten Körpern kann es sich jedoch ereignen, daß die Berußung unter Umständen geringer wird oder überhaupt nicht eintritt. Dies ist namentlich für die Fabrikation des sogenannten Lampenrußes ein wichtiges Moment, das aber auch bei der Fabrikation des Flammrußes von großer Tragweite ist, insofern bei der letzteren außer der Beschränkung des Luftzutrittes auch theilweise noch die Verdichtung an kühlender Fläche in Betracht kommt.

2. Allgemeine Betrachtungen über Ruß und Rußfabrikation.

Bevor wir uns mit der speciellen Beschreibung der zur Fabrikation von Ruß gebräuchlichen Verfahren und Einrichtungen beschäftigen, wollen wir zunächst einen kurzen Blick werfen auf die allgemeinen Verhältnisse der Rußbildung, auf die Zubereitung des Materials und die Leitung der Verbrennung, wie sie sich aus den Schlußfolgerungen des vorhergehenden Capitels und auch aus der Praxis ergeben.

Schon frühzeitig hat man die Eigenschaften des Rußes zu schätzen gelernt; ursprünglich nur als Anstrichfarbe und zur Herstellung von Tinte im Gebrauche, hat er mit der Entwickelung der Buchdruckerkunst sehr an Bedeutung gewonnen, und die Fortschritte in Gewerbe und Industrie in den letzten Jahrhunderten hatten eine so große Steigerung im Verbrauche von Ruß im Gefolge, daß die Rußfabrikation heute in größtem Maßstabe betrieben wird und sich zu einer mächtigen Industrie herausgebildet hat. Sehr zu statten kam ihr dabei der großartige Aufschwung, den die chemische Industrie, besonders die der Mineralöle und des Steinkohlentheers, genommen hat, indem dieselben in ihren Nebenproducten werthvolles und besser geeignetes Rohmaterial zur Erzeugung von Ruß gefördert haben.

Ehe man begonnen hatte, den Ruß fabrikmäßig darzustellen, hat man sich jenes Productes bedient, welches sich in den Schornsteinen unserer Feuerungsvorrichtungen absetzt. Bei den meisten derselben findet eine nur unvollständige Verbrennung statt, indem die Luft das kohlenstoffhaltige Brennmaterial nicht ganz durchdringt, sondern nur mehr oder weniger an der Oberfläche wirksam ist. Dadurch wird das Innere des Materials verkohlt, es bilden sich Destillationsproducte, die sich entzünden und mit rußender Flamme verbrennen. Die Producte dieser unvollständigen Verbrennung entweichen in Gestalt eines mehr oder minder dunkeln Rauches und setzen sich beim Abkühlen zum Theil im Schlot fest. Zum größten Theil werden sie in die Luft geführt, verunreinigen dieselbe, und bilden in großen Städten häufig die Ursache von Brandschäden, geschwärzten Façaden und Denkmälern und dergl. mehr.

Der Feuerung zunächst findet sich eine glänzend schwarze Masse, bestehend aus wenig Ruß und viel eingetrocknetem Theer, der sogenannte Glanzruß. Er zeigt in Folge seines Gehaltes an Kreosot antiseptische Eigenschaften, wurde früher gesammelt und fein gepulvert und geschlämmt als braune Malerfarbe (Bister) sehr geschätzt. In den kälteren Theilen des Schornsteins finden sich die leichteren Antheile des Rauches, in Folge eines geringeren Gehaltes an Destillationsproducten in mehr lockerer Form als sogenannter Flatterruß; er ist identisch mit jenem, welchen man künstlich erzeugt, aber in Folge seines Gehaltes an Flugasche weit weniger rein. Diese Eigenschaft, im Verein mit dem Umstande, daß die Rauchabzüge der Feuerungsanlagen, in denen er sich absetzt, meistens so beschaffen sind, daß beim Ablösen des Rußes Mauerwerk und andere mechanische Verunreinigungen mitfolgen, ist die Ursache, daß bisher von diesem Producte, das sich in ungeheuren Mengen gewinnen ließe, wenig oder kein Gebrauch gemacht wird. Nur da und

dort wird dieser Ruß zum Verkaufe gesammelt, so nach Gentele[1]) in den Alaunsiedereien Schwedens, nach W. R. Hutton[2]) in London und Glasgow.

Jener schwedische Ruß findet Verwendung als Farbe, während der englische zum Preise von 30 bis 40 Sh. per Tonne hauptsächlich nach Westindien verkauft wird, wo er mit Vorliebe als Düngemittel für die Zuckerplantagen benutzt wird; daß derselbe in der That einen nicht unbeträchtlichen Düngewerth besitzt, geht aus folgenden Analysen von Hutton hervor:

	London	Glasgow
Kohle	53,18	35,7
Theer und Oel	18,00	15,0
Ammoniak	1,75	2,8
Kali	0,20	0,3
Natron	0,34	0,3
Kalk	1,00	0,8
Magnesia	0,30	Spur
Phosphorsaurer Kalk und Thonerde	2,08	3,2
Eisen	0,40	0,7
Schwefelsäure	4,60	7,9
Chlor	Spur	0,4
Schwefelcyan	0,25	—
Kohlensäure	0,70	Spur
Sand	14,40	25,7
Wasser	2,80	7,2
	100,00	100,00

Ueber einen weiteren Fall von Verwerthung der Rauchgase berichtet die „Papierzeitung", 1886, S. 23. Danach haben die Fabriken von Elk-Rapids, welche per Tag 50 Tonnen Brennstoff verbrauchen und damit aus 24 Oefen etwa 80 000 cbm Rauch erhalten, diesen durch Aspiratoren in hölzerne Sammelkästen gesogen und von da in Condensations- und Reinigungsapparate eintreten lassen. Nach der allerdings unglaublich klingenden Mittheilung soll man täglich ca. 5000 kg essigsauren Kalk (Gehalt?), 900 Liter Methylalkohol, Theer, Ruß ꝛc. erhalten haben.

Die Bedeutung der Rauchverwerthung vom rein commerciellen Standpunkte leuchtet übrigens ein, wenn man einen Blick auf die Uebersichten der Weltwirthschaft von E. von Neumann-Spallert wirft. Danach haben gefördert an Steinkohlen im Jahre:

---

[1]) Lehrb. d. Farbenfabr., 2. Aufl., S. 396. Braunschweig 1880. Friedr. Vieweg und Sohn. — [2]) Chem. News, 1869, Dec., p. 307.

	1860	1883	
England	854	1493	Millionen Metercentner,
Amerika	152	703	„ „
Deutschland	123	592	„ „

Fast alle diese Kohlen sind für häusliche und industrielle Zwecke verbrannt worden, und wie man sieht, hat sich im Verlaufe dieses kurzen Zeitraumes die Production in Amerika und Deutschland mehr als vervierfacht. Welche enorme Mengen von Ruß diese Quantitäten Steinkohlen zu bilden im Stande sind, geht daraus hervor, daß 1 Metercentner (100 kg), in unseren gewöhnlichen Feuerungen verbrannt, durchschnittlich 2 Liter = 120 g Ruß liefert[1]); das wären für Deutschlands Production allein im Jahre 1883 etwa 71 000 000 kg. Nach Roberts beläuft sich der Ruß, der an einem einzigen Wintertage in der über London lagernden Dunstwolke enthalten ist, auf 50 t = 50 000 kg, eine Zahl, die von W. Siemens bestätigt wird, also jedenfalls zuverlässig ist, obgleich sie unglaublich klingt.

Die Rauchbelästigung ist, was wohl nach obigen Zahlen nicht Wunder nehmen darf, zu einer wahren Plage für die Menschheit geworden, sowohl in sanitärer, wie in mancher anderen Hinsicht. Welchen hohen Werth man daher namentlich in England auf die Reinhaltung der Luft von diesen Bestandtheilen legt, beweisen am besten die beiden großen Ausstellungen, welche man vor wenigen Jahren in Manchester speciell für diesen Zweck veranstaltet hat. Obgleich dieselben nur gezeigt haben, daß die Frage der vollkommenen Rauchverbrennung zur Zeit noch nicht als gelöst zu betrachten sei, so haben sie doch eine segensreiche Folge gehabt, indem sie die Anregung dazu gegeben haben, die Rauchgase zu reinigen, ehe man sie in die Luft entweichen läßt.

Als man anfing, den Ruß fabrikmäßig darzustellen, scheint man sich auf die Anwendung von harzhaltigem Holz (Kienholz), Harz und Rückständen von der Harz- und Pechsiederei als Rohmaterial beschränkt zu haben. Darauf deutet auch der Sammelname „Kienruß“ hin, welcher auch heute noch gebräuchlich ist, und fast durchweg für ein Product, das aus ganz anderem Material herstammt. Im badischen Schwarzwalde werden noch heute die beim Ausschmelzen des Tannenharzes erhältlichen Rückstände auf Ruß verarbeitet, werden aber mehr und mehr durch andere Materialien verdrängt. Späterhin benutzte man passende, wasserstoffreiche Steinkohlen und verknüpfte die Fabrikation des Rußes mit der Erzeugung der Kohle. Allein seit der Existenz der Gasbeleuchtung bildet der Steinkohlentheer und die Producte seiner Destillation den größten Theil des Rohmaterials für Erzeugung des Rußes für die Industrie. Neues Material lieferten endlich die mächtigen Quellen von Schieferöl und Petroleum, sowie die Producte der Steinkohlen-, Holz- und Braunkohlenschweelerei. Zur Darstellung von Lampenruß bediente man sich früher des Thrans, der fetten Oele und Fette, namentlich, wenn dieselben ranzig und für den häuslichen Gebrauch ungenießbar geworden waren. Heutzutage sind alle diese werthvollen Materialien verdrängt durch die billigen Destillate aus Erdöl, Steinkohlen- und Braunkohlentheer. Auch

[1]) Freundliche Privatmittheilung der Firma H. Schomburg u. Söhne, Berlin.

aus Gas wird vielfach Lampenruß gewonnen, so in Amerika aus den natürlichen Gasen des Petroleumgebietes, in Autun durch Verbrennung des Gases aus den bituminösen Schiefern jener Gegend und an vielen anderen Orten durch Benutzung des gewöhnlichen Steinkohlen- oder Oelgases.

Je nach der Natur der brennbaren Stoffe bedient man sich verschiedener Vorrichtungen zum Verbrennen derselben, aber man strebt immer danach, die Operation zu einer möglichst continuirlichen zu machen. Leicht schmelzbare Stoffe, wie Naphtalin und dergl., behandelt man am besten wie flüssige; d. h. man schmilzt dieselben vor der Verbrennung und läßt sie in diesem Zustande auf den Feuerherd fließen. Feste, wie Pech, Harz und derartige, zerschlägt man am besten in faustgroße Stücke, welche man bequem mit Hülfe einer Schaufel einwerfen kann. Manche Fabrikanten lösen die festen Materialien in den flüssigen, wie Theer, Oelen ꝛc., und erzielen dadurch eine leichtere Bedienung des Ofens und eine gleichmäßigere Verbrennung. Vielfach wird hierzu die eigene Verbrennungswärme des Materials benutzt; wo indessen andere Vorrichtungen, z. B. solche zum Entwässern und theilweisen Destilliren des Theers, vorhanden sind, bedient man sich dieser letzteren.

Eine besondere Behandlung beansprucht der Theer; er ist in den meisten Fällen mehr oder minder wasserhaltig und muß, um eine gleichmäßige Verbrennung zu ermöglichen und die Bildung von Wasserdampf möglichst zu verhüten, vorher entwässert werden. Das Entwässern[1]) geschieht stets durch Erwärmen und wird häufig verbunden mit der Gewinnung der leichteren, werthvolleren Producte des Theers. Eine Erwärmung des Theers ist an und für sich schon deshalb in den meisten Fällen kaum zu umgehen, weil derselbe in Folge seiner Dickflüssigkeit in den Rohrleitungen, die zum Ofen führen, zu langsam sich fortbewegt und aus den engen Ausflußröhrchen zu schwierig ausläuft.

Je nach dem specifischen Gewichte des Theers, welches bei Steinkohlentheer etwa 1,1 bis 1,25, bei Braunkohlentheer 0,89 bis 0,96 und bei Laubholztheer 1,0 bis 1,1 beträgt, sammelt sich beim Erwärmen das darin suspendirte Wasser am Boden des Kessels oder an der Oberfläche und kann in beiden Fällen durch richtig angebrachte Hähne abgezogen werden. Zweckmäßiger ist es aber, wenn man die Entwässerung in einem geschlossenen, mit Kühler versehenen Kessel von entsprechenden Dimensionen vornimmt, und nur so lange abdestillirt, bis das übergehende leichte Oel frei von Wasser ist. Natürlicher Weise stellt man den Vorwärme- oder Entwässerungskessel zweckmäßig in unmittelbarer Nähe des Rußofens auf und verbindet seinen Auslaufhahn mit einer Rohrleitung, die sich in jeden Verbrennungsraum verzweigt. Wenn man dabei abdestillirt, hat man dafür zu sorgen, daß das Auffangen des Destillates nicht im Verbrennungsraume des Rußofens, sondern an einem Platze erfolgt, der von etwaigen Feuerstellen weit entfernt ist. Durch Rohrleitungen läßt sich dies leicht bewerkstelligen. Zum Zwecke der Entwässerung des Theers durch Destillation wählt man gern eine liegende Blase, welche nicht aus bestem Kesselblech angefertigt zu sein braucht, da

---

[1]) Vergl. Lunge: Die Industrie der Steinkohlentheerdestillation und der Ammoniakwasser-Verarbeitung. Braunschweig 1882. Fr. Vieweg u. Sohn.

die zu verarbeitenden Quantitäten ja nicht sehr groß sind und die Blase vermöge des Umstandes, daß sie nicht bis auf Pech abgetrieben wird, wenig leidet. Man giebt ihr die Dimension, daß ihr Inhalt für eine Woche reicht und benutzt häufig alte Dampfkessel, welche billig zu haben sind und sich sehr gut hierzu eignen.

Die Blase wird so eingemauert, daß ihr Ausflußhahn etwa 20 bis 25 cm über der Sohle der Rußfeuerung liegt, damit der Theer noch genügend Fall hat, um mit der nöthigen Geschwindigkeit die Rohrleitung passiren zu können. Als Brennmaterial zum Entwässern eignet sich am besten der bei der Rußfabrikation abfallende Koks, welcher eine sehr gleichmäßige Hitze giebt und ein vorsichtiges Feuern ermöglicht. Letzteres ist in der ersten Periode der Destillation absolut nöthig, weil durch die im Innern des Theers sich entwickelnden Wasserdämpfe leicht ein Uebersteigen des Blaseninhaltes erfolgen kann. Sobald am Ausgange des Kühlrohres sich Dämpfe oder Tröpfchen zeigen, mäßigt man das Feuer durch Oeffnen der Feuerthür oder Schließen des Schiebers, und sobald ein continuirlicher Strahl in der Dicke eines Strohhalms zu laufen beginnt, regulirt man es so, daß der übergehende Strahl nicht dicker als in der Stärke eines Bleistiftes rinnt. Man läßt in den Kühler reichlich Wasser fließen und nimmt vom Destillat häufig eine Probe, um sich zu überzeugen, ob noch Wasser übergeht oder nur reines Oel. Sobald letzteres der Fall, stellt man das Feuern ein oder man prüft von Zeit zu Zeit eine Probe des Destillats in einer kleinen Glasretorte mit Thermometer auf ihren Siedepunkt. Man unterbricht die Destillation, sobald es sich zeigt, daß das übergehende Product eine besondere Verarbeitung nicht mehr als lohnend erscheinen läßt.

Uebrigens ist es durchaus nicht gleichgültig, wie weit man die Destillation treibt. Es ist dies nicht ohne Einfluß auf die Güte des zu erzielenden Rußes. Bei Steinkohlentheer sollte man außer dem Vorlaufe nur noch etwa das erste Drittel vom Leichtöl abnehmen, weil sonst die Qualität des Rußes merklich geringer wird. Für Holz- oder Braunkohlentheer dürften diese Verhältnisse etwas andere sein, weil diese Theere an und für sich dünnflüssiger und specifisch leichter sind. Dies ist eine Sache der Erfahrung, die sich nach einigen versuchsweisen Arbeitschargen leicht entscheiden läßt. Der vom Wasser und Vorlauf getrennte Theer besitzt bei gewöhnlicher Temperatur die Consistenz eines dicken Syrups, läßt sich in lange Fäden ziehen und bewegt sich außerordentlich träge. Es verdient hier eingeschaltet zu werden, daß derselbe unter den Bezeichnungen *Mineraltheer*, *goudron minérale*, *präparirter Theer*, einen Handelsartikel bildet, der vielfach Anwendung findet zum Goudroniren eiserner Röhren, zur Fabrikation der Dachpappe, Briquettes ꝛc. ꝛc. Beim Erwärmen auf etwa 50° wird er dünnflüssig, so daß sich das Ausfließen aus engen Röhrchen sehr leicht reguliren läßt.

Häufig wird dem Theer alles Leichtöl noch abgenommen und dafür ein entsprechender Theil Schweröl zugesetzt und gut durch einander gearbeitet. Es ist dies ohne *wesentlichen* Einfluß auf die Güte des zu erwartenden Rußes. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß sich alle derartigen Manipulationen ausschließlich nach der momentanen Lage richten. Läßt sich das Leichtöl mit Vortheil anders verwerthen, so destillirt man es eben ab und verdünnt den Theer

wieder mit Schweröl; ist dies nicht der Fall, so unterbricht man die Destillation, nachdem der Vorlauf übergegangen ist.

Verarbeitet man Oele auf Ruß, so ist das Vorwärmen überflüssig, wenn dieselben liquid genug sind und keine festen Ausscheidungen, wie Paraffin, Naphtalin ꝛc., enthalten. In diesem Falle muß natürlich so weit angewärmt werden, daß diese Ausscheidungen im Oele sich gänzlich lösen. Die flüchtigeren Oele und Essenzen werden mit Hülfe von Baumwolldochten verbrannt und liefern dann ein Schwarz von außerordentlich feiner Qualität, das zu sehr hohen Preisen verkauft wird, das sogenannte Lampenschwarz. Es ist natürlich nicht möglich, derartige Oele auf der Sohle eines Feuerschachtes zu verbrennen, weil sich davon viel zu viel verflüchtigen würde, ein Umstand, der eine schlechte Ausbeute und gefährliche Explosionen im Gefolge haben könnte. Man hat auch schwerere Oele, ja sogar Theer in Lampen verbrannt, nachdem sie gehörig vorgewärmt waren. Da dieselben indessen niemals die feine Qualität Ruß erzeugen, so erfolgt ihre Verbrennung besser im Ofen, welcher viel weniger Aufmerksamkeit und Arbeit erfordert.

Bei der Wahl der Verbrennungsart fällt daher die Natur der Oele in erster Linie ins Gewicht. Schwerere Oele [1]) mit hohem Viscositätsgrad steigen sehr schwer im Dochte in die Höhe und setzen an demselben im Laufe der Verbrennung einen koksartigen Kohlering an, mit dessen Menge der Rückgang der Leuchtkraft, also auch der Rußbildung, parallel läuft. Derartige Kohlenausscheidungen am Dochte finden nach den angezogenen Untersuchungen nur statt, wenn das Oel aus zu extremen Bestandtheilen bezüglich des Siedepunktes zusammengesetzt ist, oder wenn der Luftzutritt im Brenner im Verhältniß zur Schwere des Oeles ein zu schwacher ist.

Man hat danach die auf Lampenruß zu verarbeitenden Oele in dieser Richtung erst zu prüfen, und verwendet am besten Oele von hohem Siedepunkte, die innerhalb engerer Temperaturgrenzen übergehen. Desgleichen hat man die Dochte der verschiedenen Lampen fortwährend im Auge zu behalten, um den Kohleansatz an denselben zu verhindern, und dadurch die Rußabscheidung auf ihrer größtmöglichen Höhe zu erhalten.

Die Leitung der Verbrennung, welche bei der Anwendung von Dochten und Lampen mit Registerschiebern eine sehr leichte Sache ist, wird zu einer difficilen Frage, welche das volle Verständniß und die größte Aufmerksamkeit des damit betrauten Arbeiters erfordert, wenn es sich darum handelt, dieselbe in einem Schachte mit möglichst großer Zufuhr von Rohmaterial in richtiger Weise auszuführen. Die sachgemäße Ausführung dieser Arbeit hängt zu sehr von äußeren Umständen, als örtlichen Verhältnissen, Art des Rohmaterials, Qualität des zu erzielenden Productes, ab, als daß es möglich wäre, eine für alle Fälle passende Anleitung dazu zu geben.

Es sind zunächst die im vorigen Capitel gegebenen allgemeinen theoretischen Gesichtspunkte zu berücksichtigen, dann aber spielt die Erfahrung dabei eine große Rolle. Man hat gefunden, daß die Güte des Rußes hauptsächlich vom Roh-

[1]) Vergl. hierüber C. Engler, Chem. Ind. 1885, S. 47, und Engler und Levin, Dingl. Journ. 261, 85.

material und dem Grade der Verbrennung abhängt; so erzielt man z. B. bei stärkerem Luftzutritt oder bei einer weniger rußenden Flamme weniger, aber feineren Ruß, während bei harzreichem Material und somit stark rußender Flamme, sowie bei beschränkterem Luftzutritt die Rußbildung reichlicher und gröber, aber weniger schwarz erfolgt. Damit im Einklange steht die Beobachtung, daß bei heftigem Winde beträchtlich weniger, aber von besserer Qualität erzeugt, während bei Regen zweit mehr Ruß aber von geringerem Werthe gewonnen wird. In einer zu heißen Jahreszeit geht die Fabrikation langsamer; trockenes, kaltes Wetter, hauptsächlich Frosttage, sind am geeignetsten. Man muß daher bei der Fabrikation allen diesen besonderen Umständen Rechnung tragen, und wird sehr bald die Grenzen finden, innerhalb welcher der Luftzutritt zu reguliren ist.

In jedem Falle aber beginnt man die Arbeit damit, daß man auf der Herdsohle das Brennmaterial mit Hülfe eines geeigneten Anfeuerungsmaterials (geölte Putzwolle, getheerte Hobelspähne ꝛc.) entzündet und eine Zeit lang bei vollständig geöffnetem Zuge und unbeschränktem Luftzutritt verbrennen läßt. Dies ist nothwendig, damit in den langen und geräumigen Kammern die Luft in Circulation kommt, und in dem Verbrennungsschachte das Ansetzen von Flatterruß vermieden wird. Letzteres kann unter Umständen gefährlich werden, indem der Ruß mit der Zeit glühend wird, und in diesem Zustande der Kammer zugeführt, den dort bereits angesammelten Ruß entzünden kann. Sobald das Feuer richtig brennt, und das Hervortreten einer regelmäßigen, schwarzen Rauchsäule aus dem Kamine einen guten Zug in den Kammern verkündet, schließt man die Thür des Herdes so weit als thunlich und regulirt mit Hülfe des Schiebers am Schornstein den Zug dermaßen, daß die Flamme eine trübrothe Färbung annimmt und stark qualmt, und daß der aus dem Schornstein entweichende Rauch möglichst hell gefärbt erscheint. Es ist dabei aber sehr zu beachten, daß man den Luftzutritt nicht so weit beschränkt, daß ein bedeutendes Schweelen des Materials eintritt, weil dadurch der Ruß mit Destillationsproducten dermaßen verunreinigt wird, daß er zusammenballt und man gezwungen ist, ihn unter sehr erheblichen Verlusten und mit Erzielung eines geringwerthigen Productes stark zu calciniren.

Das Auftreten derartiger Schweelgase kann aber noch in anderer Weise gefährlich werden. Schon häufig hat man in Rußöfen Explosionen wahrgenommen, welche schwere Verletzungen, ja sogar Tödtung der an denselben beschäftigten Arbeiter zur Folge hatten. Wir verdanken C. Engler[1]) eine ausführliche Experimentaluntersuchung über die Ursachen dieser Explosionen, welche er im Auftrage der großherzoglich badischen Regierung ausgeführt hat. Engler entnahm aus den Rußkammern sämmtlicher fünf Fabriken des badischen Schwarzwaldes, meistens in wenigen Metern Entfernung von der Mündung des Brennschachtes, bei normalem Betriebe Gasproben, und führte damit Gasanalysen aus, welche folgendes Resultat ergaben:

[1]) Chem. Ind. 1885, S. 171 und 385.

	Rußöfen					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kohlensäure	6,2	7,6	9,5	10,8	10,2	10,5
Kohlenoxyd	0,5	0,9	0,8	0,8	0,9	1,4
Sauerstoff	13,4	10,6	7,8	6,2	6,8	6,1
Wasserstoff	—	—	—	—	—	—
Sumpfgas	—	—	—	—	—	—

Daraus geht hervor, daß die Gase, welche neben dem Ruß bei der unvollständigen Verbrennung der verschiedenen Materialien entstehen, relativ nur sehr wenig Theile, die, wie Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd, als gasige Producte unvollständiger Verbrennung zu betrachten sind, enthalten. Unmöglich können deshalb, wenigstens bei normalem Ofenbetriebe, die in Frage stehenden Rußexplosionen durch die Bildung explosiver Gemische solcher Gase mit Luft veranlaßt sein. Ein Gemisch von Rußstaub mit Luft explodirt ebenfalls nicht, so daß nur noch die dritte Möglichkeit bleibt, gleichzeitige Mischung von Rußtheilchen mit brennbaren Gasen und Luft. In der That ist es Engler gelungen, mit Ruß, resp. Holzkohlenpulver, noch Explosionen zu erzeugen, mit einer Luft, welche 2,5 Volumenproc. Sumpfgas oder 3,5 Volumenproc. Leuchtgas enthält, während ohne Ruß Explosionen erst mit 5,6 Volumenproc. Sumpfgas, beziehungsweise ca. 8 Volumenproc. Leuchtgas erhalten werden. Da an Kohlenoxyd mehr als das Doppelte der letzteren Menge nothwendig ist, um mit Luft explosionsartige Wirkungen zu zeigen, so kann mit Sicherheit angenommen werden, daß auch weit mehr als 1,4 Volumenproc. (Maximum der gefundenen Kohlenoxydmenge) dazu gehören, um unter Mitwirkung von Ruß eine Explosion zu veranlassen.

Aus diesen Resultaten geht hervor, daß bei normalem Ofenbetriebe Explosionen überhaupt nicht vorkommen können, ein Schluß, der sich auch durch die Erfahrung bestätigt. Rußexplosionen kommen vor des Morgens beim Anfeuern der Oefen sowie während des Betriebes, wenn plötzlich zu viel Material auf einmal aufgegeben wird. In ersterem Falle können Explosionen dadurch entstehen, daß durch Aufgeben des Brennmaterials auf die vom vorhergehenden Abend noch heiße Ofensohle Schweelgase gebildet werden, welche, wenn sie sich im Kühlraume mit Luft mischen, explodiren, sobald bei nachträglichem Entzünden der Gase im Ofenschacht die Flamme in jenen Raum hineinschlägt. Im anderen Falle erklären sich die Explosionen ebenfalls durch Bildung solcher unverbrannten Schweelgase, denn wenn auch während des Betriebes fortwährend Flamme vorhanden ist, so kann doch beim Hineintreten von zu großen Massen Brennmaterial in den heißen Ofenschacht sehr leicht die vorn eintretende Luft nicht hinreichen, um die entwickelten Gase zu verbrennen. Mischen sich diese dann im Kühlraume mit Luft oder mit Ruß und Luft, so sind die Bedingungen zur Explosion gegeben.

Als wirksamstes Mittel zum Schutze vor Explosionsgefahr ist sonach ein sorgfältiger Betrieb zu betrachten, vor Allem sofortiges Anzünden des beim Beginne eingegebenen Materials und gleichmäßige Zugabe dieses letzteren während des Betriebes. Die Bedienung des Ofens erfordert daher einen durchaus zuverlässigen Mann und fortwährende Beaufsichtigung.

Was nun die Ausbeute an Ruß aus den verschiedenen Materialien anbelangt, so liegen nur für einige derselben zuverlässige Mittheilungen vor. Nach Duhamel[1]) liefern 1000 kg fette Steinkohlen im Durchschnitt 33 kg Ruß und 400 bis 500 kg Koks. Thenius[2]) will erhalten haben aus 400 kg schwerem Steinkohlentheeröl 20 kg feinsten Oelruß, 30 kg Nr. 2 und 20 kg Nr. 3 und 4, was annähernd den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen dürfte; entschieden übertrieben oder auf einem Mißverständniß beruhend ist dagegen seine weitere Angabe, daß man aus 500 kg Pech ca. 200 kg Ruß verschiedener Qualität erhält. Nach Engler[3]) erzielt man im Schwarzwalde aus 100 Thln. Theer 25 Thle. und aus 100 Thln. Harzrückständen 20 Thle. Ruß. Diese letzteren Zahlen sind jedenfalls durchaus zuverlässig. Eine andere uns bekannte Fabrik gewinnt aus

100 Thln. Pech 12 bis 15,
100 „ Theer 15 „ 18,
100 „ Oel 18 „ 20

Theile Ruß von verschiedener Qualität und etwa 50 bis 60 Thle. Koks als werthvolles Nebenproduct. Es muß indessen hervorgehoben werden, daß letztere Fabrik bei entschieden höherer Verbrennungstemperatur arbeitet und ihr Product in Folge dessen auch feiner ausfällt als der Ruß aus dem badischen Schwarzwalde, so daß sich die geringere Ausbeute durch werthvollere Waare ausgleicht. Bei der Verbrennung von flüssigem Material in Lampen resultirt bei besserer Qualität in der Regel auch eine größere Ausbeute, sowohl beim Kammerbetriebe, als auch bei der Condensation des Rußes auf kühlender Fläche. Schweres Theeröl liefert in Kammern 25 bis 30 Proc., Petroleum und Solaröl nach dem Verfahren von Thalwitzer 20, resp. 25 Proc. Lampenruß. Aus Oelgas resultiren nach demselben Verfahren 4 bis 6 Proc. von dem zur Vergasung gelangten Oel.

Was die Productionsverhältnisse anbelangt, so fehlen darüber leider zuverlässige Angaben. Für die Ein- und Ausfuhr von Ruß giebt die Waarenstatistik für das deutsche Zollgebiet folgende Zahlen an.

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr
1880 . . .	126200 kg	652500 kg
1881 . . .	179000 „	598300 „
1882 . . .	140000 „	587600 „
1883 . . .	174000 „	623000 „
1884 . . .	142900 „	598100 „

[1]) Ann. des mines, T. X, Nr. 55, und Dumas, Handbuch der techn. Chemie, übersetzt von Engelhardt, Bd. I, S. 520. — [2]) Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers. Wien, Hartleben. — [3]) Chem. Ind. 1885, S. 385.

Diese Zahlen werden indessen zweifellos von dem eigenen Consum bei Weitem übertroffen; ein großer Theil der Production gelangt außerdem in Form von Buchdruckerschwärze, Stiefelwichse, Farben, Buntpapier, Lackleder, Wachstuch ꝛc. zum Export, so daß die obigen Zahlen eigentlich nur statistischen Werth besitzen.

Nachdem wir nunmehr das Wissenswertheste über die Bildung von Ruß, die Vorbereitung des Materials und die Leitung der Verbrennung eingehend besprochen haben, wollen wir dazu übergehen, die zur Fabrikation desselben im Gebrauch befindlichen Einrichtungen und Apparate in den Kreis unserer Betrachtung zu ziehen.

3. Die Fabrikation von Flammruß (Kienruß).

In früheren Zeiten erfolgte die Gewinnung des Flammrußes nach einem ebenso einfachen als unvollkommenen Verfahren. In eine geräumige Kammer von Holz oder Mauerwerk brachte man einen eisernen Topf mit brennendem Harz und überließ ihn sich selbst bis zum Erlöschen. Oeffnungen an Boden und Dach des Gebäudes erlaubten die Zuführung und Regulirung der zum Verbrennen nöthigen Luft. Um die Abscheidung des Rußes zu erleichtern, versah man meistens die Wände dieser Kammern mit Schaffellen mit der Wolle, oder groben Stoffen, welche so angebracht waren, daß zwischen sie und das Mauerwerk ein Arbeiter treten konnte, um vermittelst Ausklopfens derselben den Ruß zu sammeln.

Wenn sich in der Kammer genügend Ruß angesammelt hatte, hielt man mit Verbrennen inne, und entfernte denselben, nachdem der Rauch verzogen war. Diese Art zu arbeiten konnte, abgesehen von ihrer großen Feuergefährlichkeit, nur geringe Qualitäten des Productes ergeben. Einmal verläuft die Verbrennung an sich sehr unregelmäßig und verursacht dadurch eine bedeutende Destillation unverbrannter Stoffe, dann auch lassen die Häute und Stoffe in Folge der Hitze so viel Haare und Fasern fallen, daß dadurch der Ruß sehr verunreinigt wird und zu feineren Arbeiten nicht zu gebrauchen ist.

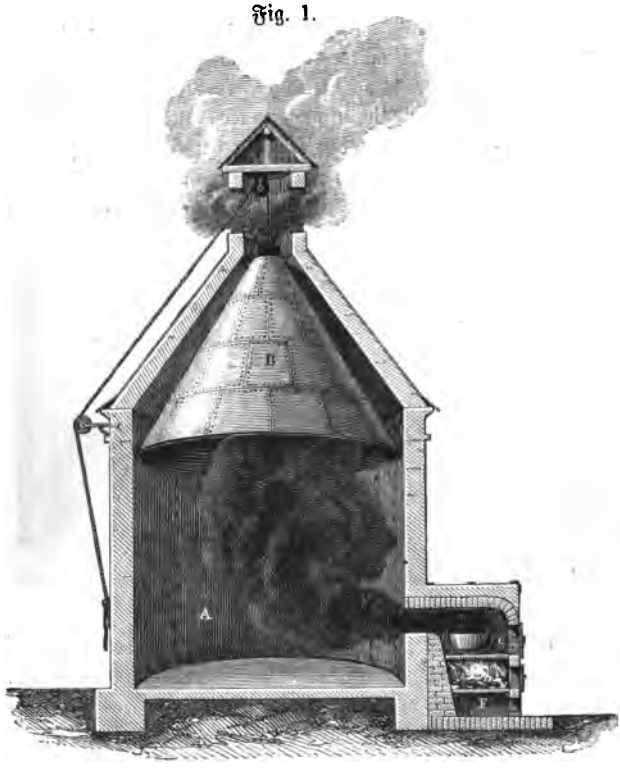
In der Absicht, diese Fabrikation, deren Erzeugnisse viel zu wünschen übrig ließen, zu vervollkommnen, wurden eine Menge einzelner Verfahrungsarten versucht, die schließlich alle das gleiche Ziel hatten, die auf Ruß zu verarbeitenden Substanzen mit möglichst wenig Luft zu verbrennen. Man hat in erster Linie danach getrachtet, den Luftzug in den Kammern derart regulirbar zu machen, daß es möglich ist, einerseits dem Material nur so viel Luft zuzuführen, als zur Unterhaltung der Verbrennung unumgänglich nothwendig ist, und daß andererseits die Geschwindigkeit der Verbrennungsgase keine so bedeutende ist, daß viel Ruß aus dem Ofen mit fortgerissen wird. Sehen wir nun, in welcher Weise diese Bedingungen durch die verschiedenen Constructionen erreicht worden sind.

Eine der ältesten Einrichtungen, die jedenfalls heute beinahe vollständig verlassen ist, findet sich in einigen technischen Werken aufgeführt und verdient insofern hier erwähnt zu werden, als sie eine der ersten Anlagen war, bei welchen Feuerraum und Rußkammer getrennt waren. Der Ofen ähnelt sehr dem

bekannten Apparate zur Sublimation des Schwefels, wie er in Frankreich üblich ist.

Er besteht aus einer cylindrischen Kammer, in welcher sich ein blecherner Kegel bewegen kann, der an seiner Spitze eine Oeffnung hat und zugleich als Kamin während der Verbrennung und als Schabeisen nach beendigter Operation dient. Da die Basis des Kegels fast den Durchmesser der Kammer hat, so kratzen seine Ränder, wenn man ihn herabläßt, allen Kienruß ab, der sich an den Mauern festgesetzt hat, worauf man den letzteren am Boden sammelt. Die Wände der Kammer

Fig. 1.



sind mit Schaffellen oder grober Leinwand ausgekleidet, um den Absatz der Flocken zu erleichtern. Die Verbrennung geschieht außerhalb in einem Ofen, auf dessen Feuerherd ein gußeiserner Kessel gesetzt wird, welcher das Harz oder den Theer enthält, die den Kienruß liefern sollen. Man erhitzte den Kessel, entzündete die Dämpfe und überließ dann die Operation sich selbst. Aus der Erfahrung lernte man bald die Dimensionen kennen, welche man den Ein- und Ausgängen der Luft geben mußte.

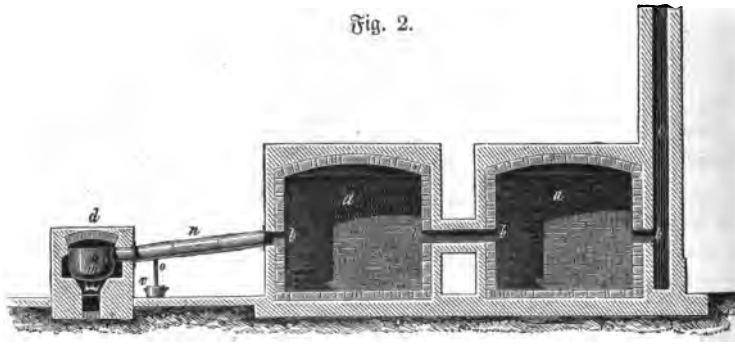
Später hat man die Einrichtung dermaßen abgeändert, daß man das Material auf der Sohle eines kleinen Herdes verbrannte, und die Rußgase durch einen Canal in die eigentliche Rußhütte leitete. Diese bestand aus einem gemauerten

oder aus Holz gezimmerten Raume in der Größe eines Zimmers, also von etwa 5 bis 6 m Länge und Breite und 3 bis $3^1/_2$ m Höhe. Die Decke dieses Raumes bildete die sogenannte Haube aus lockerem, wollenem Stoff, ein pyramidenartiger Trichter, welcher an seiner Spitze mit einem über Rollen laufenden Seile in Verbindung stand; durch Heben und Senken der Haube war es möglich, den Ruß abzuschütteln und den Verbrennungsgasen freien Austritt durch das Gewebe zu verschaffen.

Einen weiteren großen Fortschritt bezeichnet die Anlage von Kammersystemen zur Condensation des Rußes; diese gestatten nicht allein eine vollkommenere Ausnutzung der entweichenden Rußgase, liefern also eine größere Ausbeute und ein reineres Product, sondern es sind damit auch die Bedingungen für ein Sortiren des Rußes gegeben, da in den dem Feuer zunächst liegenden Kammern der schlechtere, in Folge seiner Verunreinigungen mit empyreumatischen Stoffen schwerere, in den entfernteren Kammern dagegen der feinste Ruß sich abscheidet.

Diesen Anforderungen dürfte freilich der nachfolgend abgebildete Apparat, der offenbar aus dem zuerst beschriebenen hervorgegangen ist, nur unvollständig

Fig. 2.



entsprechen. Für kleinere Betriebe bei nicht forcirter Arbeit mag derselbe noch seinen Zweck erfüllen; handelt es sich aber um die Erzeugung großer Quantitäten, so wird man in Folge des verhältnißmäßig kurzen Weges, den die Feuergase zurücklegen, und der dadurch bedingten unvollkommeneren Condensation beträchtliche Verluste erleiden, die vielleicht weniger wegen des verminderten Gewinnes, als vielmehr hauptsächlich durch die Belästigung der Nachbarschaft die Existenzfähigkeit der Anlage in Frage stellen könnten.

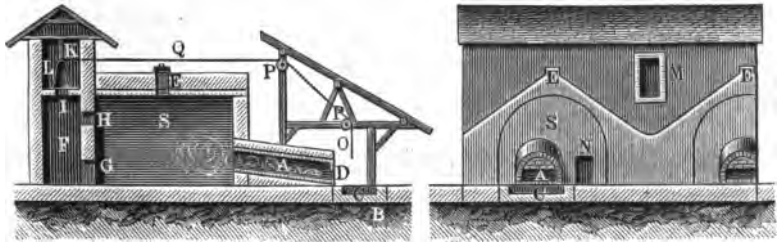
Eine schon viel vollkommenere Einrichtung hat man in der Gegend von Saarbrücken angewandt, wo man die Fabrikation des Rußes mit dem Verkoken der Steinkohlen combinirt hat. Dieselbe besteht nach Duhamel[1]) aus einem langen, geneigten Canal, der als Feuerherd dient, aus einer geräumigen, gewölbten Kammer, in der sich der Ruß absetzt, aus einer kleineren Kammer, in welcher sich der unverdichtet gebliebene Ruß vollends ablagert und deren Oeff-

[1]) Ann. des Mines, T. X, Nr. 55.

nungen den Zug reguliren, und endlich aus einer letzten Kammer, welche über der vorigen angebracht ist und als Schornstein dient.

In Fig. 3 ist *A* der Feuerherd, dessen Boden ebenso wie die Seitenwände und Decken aus feuerfesten Steinen besteht. *B* sind kleine Mauern, welche die zur Aufnahme der Koke bestimmte Grube *C* umgeben. *D* ist ein starker Eisenstab, welcher die Feueröffnung in zwei gleiche Theile theilt, wovon der obere während der Operation mit Backsteinen und Lehm zugemauert wird. *S* ist die Kammer, welche bestimmt ist, den größeren Theil Ruß aufzunehmen; ihr Boden besteht aus einer Plättschicht von Backsteinen, welche der Trockenheit halber auf Grus oder trockenem Sande ausgeführt wird. *E* ist ein in der Mitte der Decke angebrachtes Loch, welches während der Operation durch einen Deckel verschlossen und nur geöffnet wird, wenn behufs Entleerung der Kammern frische Luft eingelassen werden soll. *G* und *H* sind Oeffnungen, durch welche der Rauch in die kleinere Kammer *F* strömt; die erste ist höher und dient zugleich als Thür zum Betreten der Kammer *F*. Durch zwei Oeffnungen *I* wird die Verbindung mit dem Kamin *K* hergestellt. *L* ist ein Sack aus grober Leinwand, welcher die

Fig. 3.



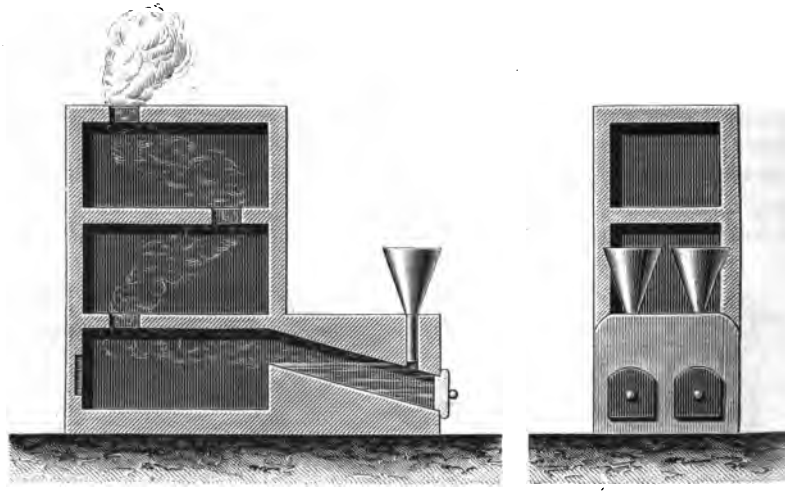
beiden Oeffnungen bei *I* bedeckt. Er wird durch entsprechende Vorrichtungen darüber festgehalten. Dieser Sack wird durch eine Leine *O* gespannt erhalten, welche über Rollen *P* läuft und bis in den Arbeitsraum führt.

Durch Fenster *M* gelangt man in eine Gallerie zu den Säcken, um sie fest zu machen oder zu löschen, falls sie einmal Feuer fangen sollten. Dies Fenster bleibt immer geöffnet, um dem Rauch, welcher bereits allen Ruß abgesetzt haben muß, den Abzug zu gestatten. Sobald der Sack an seiner Innenfläche einmal mit Ruß bedeckt ist, ist er für den Rauch viel undurchlässiger; der Luftzug im Ofen läßt nach und die Verbrennung wird mangelhaft. Ist dieser Fall eingetreten, so zieht der Arbeiter an der erwähnten Leine, wie an einem Glockenzug; dadurch wird der Sack geschüttelt und der Ruß fällt ab auf den Boden der Kammer.

Je nach dem Material, das man verarbeitet, wird es früher oder später nöthig, die Kammern zu entleeren. Bei Verarbeitung von Steinkohlen gingen diese Oefen ununterbrochen während 21 Tagen; bei den heute üblichen Materialien würde die Entleerung viel häufiger vorgenommen werden müssen. Zu diesem Zwecke verschließt man die Oeffnungen des Herdes mit Lehm und Backsteinen, öffnet die Löcher im Scheitel des Gewölbes der Kammer *S*, sowie die Thüren *N*, welche bisher geschlossen waren, sammelt und verpackt den Ruß in den Gewölben selbst.

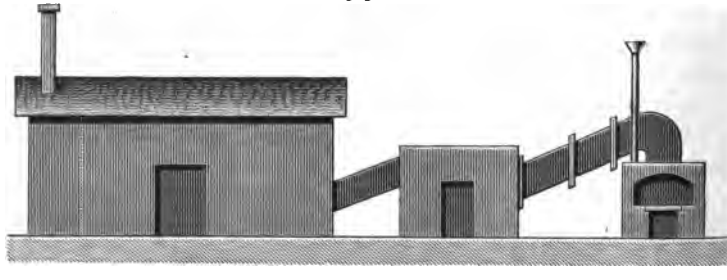
Eine andere Construction zum continuirlichen Betriebe führen Urbain und Meunier[1]) an. Der Ofen besteht aus einer Art Retorte in geneigter Lage, welche durch eine Feuerung (die aber aus der Fig. 4 nicht ersichtlich ist) geheizt wird. Die zum Verbrennen bestimmten, schmelzbaren Substanzen werden mit Hülfe eines Trichters, der über der Basis der Retorte angebracht ist, eingeführt. Durch die Hitze des Feuers schmelzen die im Trichter befindlichen Stoffe, fließen

Fig. 4.



in die Retorte und werden durch eine Oeffnung angezündet, welche sich in der höchsten Stelle der Retorte befindet. Auch dieser Apparat functionirt also ohne

Fig. 5.



andere Unterbrechung als die, welche zum Entleeren der etagenförmig über einander angebrachten Kammern nöthig ist.

Dieselben Autoren geben am gleichen Orte noch die Beschreibung eines Apparates, wie er zu Buran zum Brennen von Harz oder Theer üblich ist. Derselbe (Fig. 5) besteht aus einem Backsteinofen, dessen Sohle mit Steinkohle oder Koks

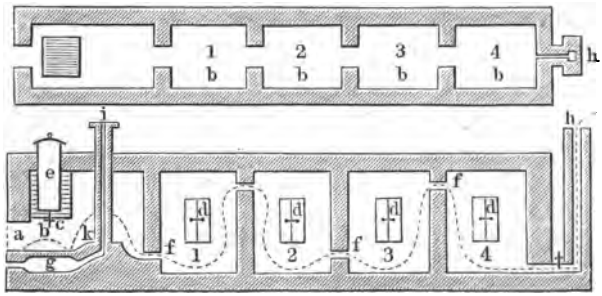
[1]) Encycl. chimique, T. I. Paris 1885.

geheizt wird. Die Verbrennungsgase ziehen zuerst durch einen breiten Canal in eine kleinere Vorkammer, worin sich der durch empyreumatische Stoffe verunreinigte Ruß absetzt. Eine größere Kammer dient zur Aufnahme der besseren Qualität. Diese Kammer hat an ihrem hinteren Ende noch eine Scheidewand von passendem Material, durch welches sich der entweichende Rauch erst siebt, um dann vollkommen entrußt ins Freie zu gelangen. Man kuppelt in der Regel zwei oder mehrere Oefen zusammen, um den Betrieb zu einem continuirlichen zu gestalten. Näheres über die Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit dieser Einrichtung wird nicht angegeben.

Oefen mit größeren Kammersystemen sind erst in späterer Zeit, wohl in Folge der Nothwendigkeit einer besseren Ausnutzung der Rauchgase und zur Verhütung der Belästigung für die Nachbarschaft, construirt worden. Einen solchen zum Verbrennen von Theeröl und Naphtalin bestimmten, aber auch für feste Materialien, bei geeigneter Einrichtung brauchbaren Ofen beschreibt Thenius [1]).

Durch eine Feuerung *g* (Fig. 6) wird eine gußeiserne Platte *b* fortwährend glühend erhalten. Auf die glühende Platte fließt aus dem Oelreservoir *e* in con-

Fig. 6.



stantem Strahl das Oel oder geschmolzene Naphtalin, dessen Zufluß sich durch Hahn *c* (der in der Zeichnung offenbar fälschlicherweise sich im Feuerraume befindet) reguliren läßt; eine durchbrochene Thür *a* gestattet, den Luftzutritt je nach Bedürfniß zu verstärken oder zu beschränken. Die Rußgase nehmen den durch die Linie *k* angedeuteten Weg durch die Kammern 1, 2, 3 und 4, und verlassen den Ofen durch den Schornstein *h*; *d* sind eiserne, während des Betriebes geschlossene Thüren, durch welche nach beendigter Operation die Entleerung stattfindet. Kammer Nr. 4 enthält den feinsten Ruß für lithographische Farben, Nr. 3 den für Druckerschwärze geeigneten, während die Kammern 1 und 2 jenes Product aufnehmen, welches, gut gesiebt, als gewöhnlicher Flammruß in den Handel kommt.

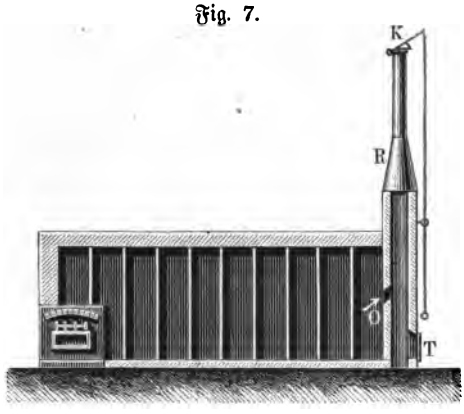
Eine Einrichtung, welche weniger Raum in Anspruch nimmt und doch eine vollständige Condensation des Rußes herbeiführen soll, hat J. Bersch [2]) construirt. Umstehende Figuren (7 und 8, a. f. S.) zeigen den horizontalen und verticalen Längsschnitt derselben.

---

[1]) Verwerthung des Steinkohlentheers. Wien, Hartleben. — [2]) Verwerthung des Holzes. Ebendas.

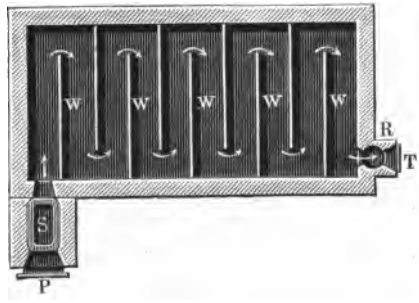
Der Ofen ist bestimmt zur Verbrennung eines jeglichen Materials. Es ist deshalb die Feuerung mit der Einrichtung versehen, daß bei Verarbeitung flüssiger oder schmelzbarer Körper auf dem Herde, welcher für gewöhnlich aus einem einfachen Ziegelgewölbe besteht, eine flache Eisenpfanne S. angebracht werden kann, welche zur Aufnahme der geschmolzenen oder flüssigen Massen dient. Für diesen Fall muß natürlich noch ein besonderer Schmelzkessel vorhanden sein, der mit der Pfanne durch eine Rohrleitung in Verbindung steht, worin das betreffende Material angewärmt oder geschmolzen wird. Dieses Anwärmen ist manchmal unerläßlich, indem manche flüssige Brennmaterialien, wie Theer, zu dickflüssig sind, und andere, wie Holztheer, erst dann brennen, wenn man sie vorher auf eine bestimmte Temperatur erhitzt.

Fig. 7.



Eine gute Idee ist es jedenfalls, daß als Feuerthür die von dem Meidinger'schen Regulirfüllofen her bekannte Klapp- und Schiebthür (Fig. 9) benutzt ist. Diese Thür besteht aus einer Eisenplatte, welche sich in horizontaler Richtung verschieben und in verticaler aufklappen läßt; sie ruht in schiefer Lage auf einem gußeisernen Halse, und es ist möglich, durch Seitwärtsschieben der Platte einen Spalt von beliebiger Größe herzustellen, wodurch eine genaue Regelung der in den Verbrennungsraum gelangenden Luft ermöglicht wird.

Fig. 8.



Die Mündung der Rauchgase in die Kammer erfolgt durch einen schwach ansteigenden Canal von Mauerwerk. Die Kammer selbst ist 5 m breit, 3 m hoch und 10 oder mehr Meter lang. An ihrer Einrichtung wird man in der Praxis wenig Freude erleben. Sie besteht aus verticalen Querwänden *W*, welche aus ungehobelten, rauhen Brettern zusammengesetzt sind, eine Länge von 4 m haben und von einander 1 m abstehen. Auch die Decke der Kammer besteht aus rauhen Brettern.

Die Rußgase sind also gezwungen, einen großen Weg zurückzulegen, und haben reichlich Gelegenheit, ihren Ruß an den rauhen Bretterwänden abzusondern. Aus der letzten Abtheilung führt eine Oeffnung in einen Schornstein *R* von etwa

12 m Höhe, der unten eine kleine, dicht ſchließende Thür *T* aus Eiſen und oben eine genau zu regulirende Klappe *K* beſitzt, welche mittelſt einer Schnur gehoben und geſenkt werden kann.

Der Vorſchlag iſt zweifellos ein ganz guter, allein er leidet an einem Mangel, der ſeine Ausführung in dieſer Form zur Unmöglichkeit macht. Es ſind dies die hölzernen Zwiſchenwände im Inneren der Kammer; ein Jeder, der ſich ſchon mit der Fabrikation von Ruß beſchäftigt hat, weiß aus Erfahrung, daß Gegenſtände von Holz in den Kammern vermieden werden müſſen. Die Temperatur derſelben während der Arbeit iſt ſo hoch, daß Holz, welches ſich in der Nähe der Einmündungsöffnung befindet, mit der Zeit ſo heiß wird, daß es unter Umſtänden zu brennen anfängt, und Verfaſſer dieſes hatte ſelbſt Gelegenheit, zu bemerken, daß die hölzernen Leiſten einer Jalouſie, welche ſich zum Auffangen der letzten Rußtheilchen am Ende eines Kammerſyſtems ca. 50 m vom Feuerherde entfernt befanden, in kurzer Zeit ſo ausgetrocknet waren, daß ſie ſich zwiſchen den Fingern zu Pulver zerreiben ließen. Kammern aus Holz waren allenfalls früher noch angebracht, wo man keine continuirliche Arbeit kannte, alſo ein Abkühlen derſelben innerhalb kurzer Pauſen noch möglich war; allein ſeit man dazu gekommen iſt, die Oefen erſt dann ausgehen zu laſſen, wenn die Entfernung des Rußes aus den Kammern nothwendig wird, iſt dieſe Art der Einrichtung zur Unmöglichkeit geworden.

Fig. 9.

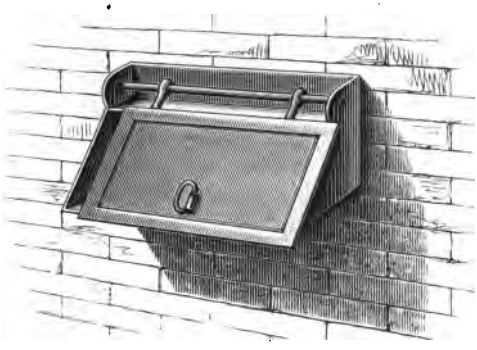
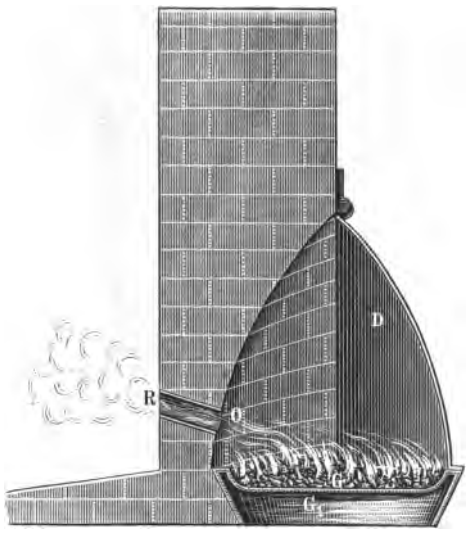


Fig. 10.



Eine Verbrennungseinrichtung (Fig. 10), die ſich namentlich zur Verarbeitung von Ozokerit, Harz und ſolchen Materialien eignen ſoll, die bei der unvollſtändigen Verbrennung ſtark ſchweelen, wird von einigen Autoren aufgeführt. Es

besteht dieselbe aus einem eisernen, schüsselförmigen Gefäße G, welches sich in einem zweiten G_1, das mit Wasser gefüllt ist, befindet. Durch das Wasser soll

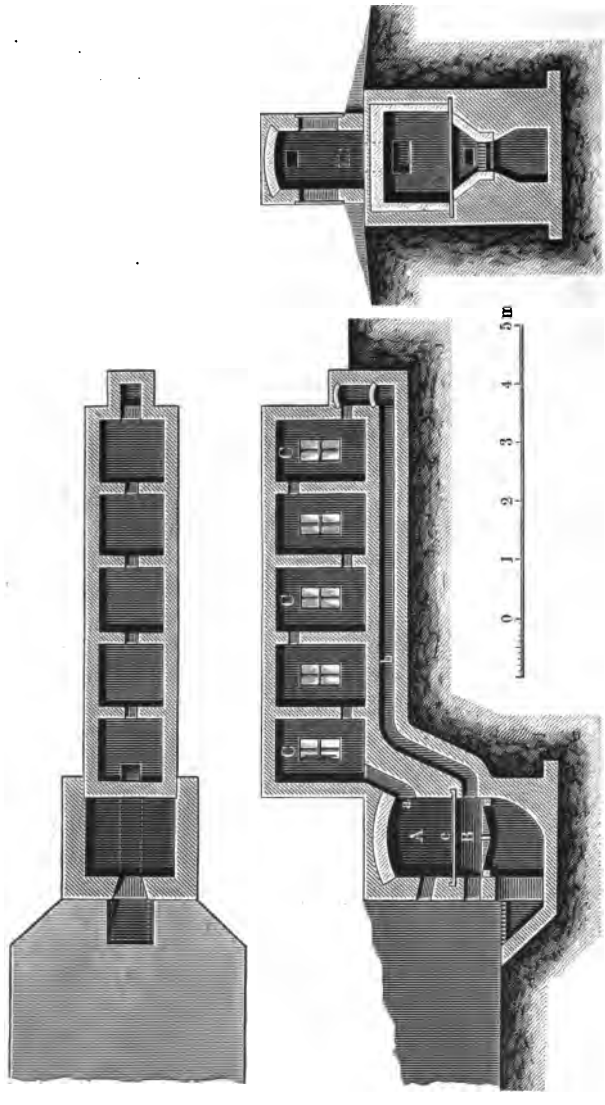


Fig. 11.

eine zu starke Erhitzung des geschmolzenen Materials verhindert werden. Die mit Ruß beladenen Feuergase passiren durch den Spalt O, welcher nur wenige Centimeter Breite, dagegen beinahe die Länge der Verbrennungsgefäße besitzt, in das Kammersystem $R\,R$. Ueber den Verbrennungsschalen liegt ein drehbarer

Deckel *D* mit Schiebern zur Regulirung des Luftzutritts und einem Fenster von Glas oder besser Glimmer zur Beobachtung der Verbrennung. Die Regulirung des Zuges gelingt nicht vollständig mit Hülfe dieser Schieber und muß unter Mitwirkung eines Registerschiebers am Kamin geschehen.

In der Praxis ist uns eine derartige Einrichtung nirgends begegnet, und es läßt sich auch kaum annehmen, daß dieselbe vortheilhaft sein kann; nach den in einem früheren Capitel entwickelten Gesichtspunkten ist eine Herabminderung der Verbrennungstemperatur nur von schädlichem Einfluß auf die Rußbildung. Was dagegen das Schweelen des Materials anbelangt, so läßt sich dies auf andere Weise verhüten, als hier vorgeschlagen wird, indem man z. B. nicht zu viel Material auf einmal aufgiebt, den Zutritt der Luft gehörig regulirt u. dergl. Kommt eine zu reichliche Destillation von Schweelproducten dennoch vor, so ist dies meistens in Folge einer Unachtsamkeit des betreffenden Arbeiters geschehen; seltener liegt die Ursache im Material, und es ist uns nur ein Material bekannt, bei dem eine Verbrennung ohne Destillation resp. Sublimation nicht gut möglich ist: das rohe Naphtalin, welches in Folge dessen stets in schweren Oelen gelöst, niemals aber als solches verarbeitet werden sollte.

Eine gute Construction ist auch die in Fig. 11 gegebene Anlage eines Rußofens für Pech und feste Materialien, der sich indessen mit geringen Abänderungen für jedes Material eignen dürfte. Die Zeichnung ist ohne Weiteres verständlich und bedarf keiner besonderen Erklärung; die Anordnung des Verbrennungsschachtes *A* mit gußeiserner Heizfläche *c* und Feuerung *B* erscheint recht praktisch, nur ist zu bezweifeln, ob ein Kammersystem von so bescheidenen Dimensionen hinreichen wird, um allen Ruß zu condensiren. Uns will es scheinen, als ob dieser Zweck nur unvollkommen erreicht wird; es ist somit jedenfalls gerathen, bei der Ausführung dieser Anlage darauf Rücksicht zu nehmen, daß das Kammersystem jederzeit verlängert werden kann, wenn sich diese Nothwendigkeit erweisen sollte; in diesem Falle wäre die Ausführung derselben in mehreren Etagen jedenfalls sehr zweckmäßig. Auch die Entfernung der Koks aus dem Verbrennungsraume ist eine Frage, welche noch näherer Ueberlegung bedarf. Im Uebrigen aber zählt diese Construction entschieden zu denjenigen, welche, als gut ausgedacht, eine größere Beachtung verdienen.

Im badischen Schwarzwalde, wo sich der Hauptsitz der deutschen Rußfabrikation befindet, arbeiten zur Zeit[1]) fünf Fabriken mit einer Jahresproduction von 4000 bis 5000 Centner unter Benutzung der nachfolgend beschriebenen Einrichtung.

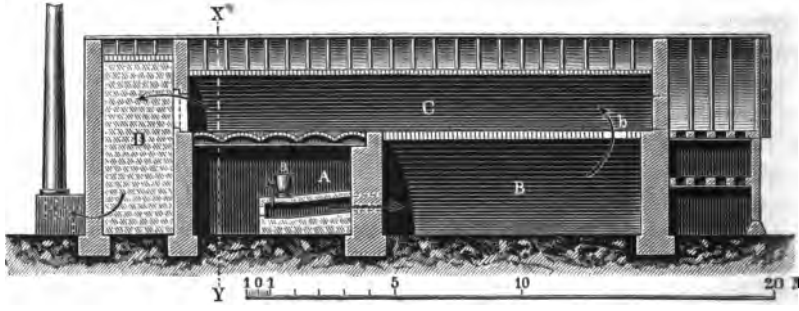
Die Rußöfen bestehen, wie umstehende Fig. 12 und 12 a verdeutlichen, aus einem oder zwei schwach aufsteigenden Verbrennungsschächten *A*, in welche das zu verbrennende feste Material von vorn eingeworfen, der Theer oder die Oele aber aus den darüber stehenden Gefäßen *a* mittelst eiserner Röhren eingeleitet werden. Die Rußgase treten von da in das erste massive Kühlgewölbe *B*, durch *b* in das darüber hinweglaufende lange Gewölbe *C*, dann in den durch Zwischenwand in zwei verticale Hälften getheilten Thurm *D* und von hier durch einen Regulir-

[1]) C. Engler, Chem. Ind. 1885, S. 385.

schornstein in die Luft. Ein quer durch die eine Hälfte des Thurmes gespanntes grobmaschiges Tuch bezweckt die Zurückhaltung der letzten Rußreste.

Bis auf eine Rußfabrik, welche stehende Kühlkammern hat, sind sämmtliche Fabriken mit Oefen, die nur unwesentlich von dem oben beschriebenen abweichen, versehen. Man beginnt jedesmal Dienstag früh mit der Arbeit, und setzt dieselbe

Fig. 12.



bis Samstag fort, mit jedesmaliger Unterbrechung von Abends 9 oder 10 Uhr bis Morgens 4 oder 5 Uhr. Sonntags läßt man die Oefen stehen, damit sie abkühlen und Montags nicht mehr zu heiß sind, um entleert werden zu können.

Fig. 12 a.

Schnitt *X Y*.

Diese Oefen arbeiten sehr regelmäßig und liefern gute Ausbeute eines sehr gesuchten Rußes.

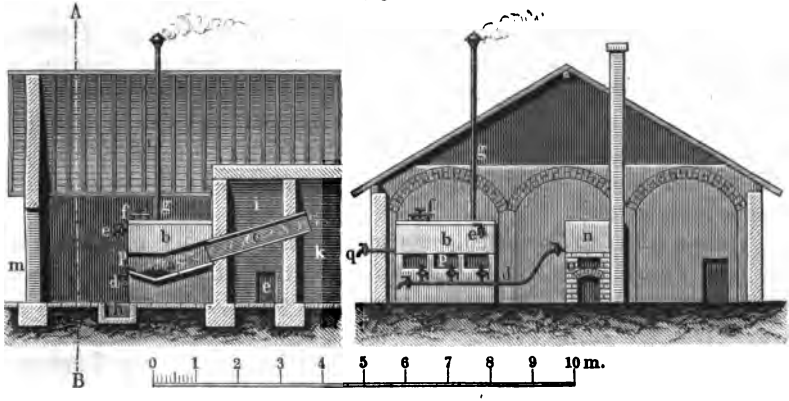
Alle Oefen, die wir bis jetzt kennen gelernt haben, arbeiten ohne weitere Abkühlung der Flamme. Wir haben in einem früheren Capitel bereits kennen gelernt, daß eine solche auch gar nicht nöthig ist, wenn man nur dafür sorgt, daß der einmal ausgeschiedene Ruß nicht durch den Zutritt der Luft in dem glühenden Zustande, in welchem er sich befindet, verbrennen kann. Diese Möglichkeit ist nun in einem richtig construirten Rußofen vollkommen ausgeschlossen. Dessen ungeachtet halten manche Fabriken noch ein besonderes Abkühlen der Flamme für nöthig, und glauben dadurch eine bessere Ausbeute zu erzielen.

Es ist kaum anzunehmen, daß derartige Einrichtungen aus den Resultaten exacter Beobachtungen hervorgegangen sind, sondern man ist versucht, zu glauben, daß dieselben aus der Fabrikation des Lampenrußes, wo derartige Vorrichtungen als Condensatoren fungiren, adoptirt worden sind. Die Erfolge sprechen auch nicht dafür, denn uns bekannte Fabriken, welche ohne Abkühlung verbrennen, erhalten mindestens dieselbe Ausbeute bei gleicher Güte des Productes.

Wir geben in Nachfolgendem die Beschreibung einer derartigen Anlage, welche zu vollkommener Zufriedenheit arbeitete. Sie eignet sich gleich gut zur Verbrennung fester, als auch flüssiger Materialien.

In Fig. 13 bedeutet *a* die Feuerplatte, eine schwere gußeiserne Platte, deren Längsschnitt einen gleichschenkeligen stumpfen Winkel darstellt. Sie muß so eingemauert sein, daß ihr vorderes Ende noch immer so viel Fall nach innen hat, daß die flüssigen oder geschmolzenen Brennmaterialien nicht aus dem Feuerraume ausfließen und daß ihr hinteres Ende nach den Kammern steigt, um den Rußgasen den Abzug möglichst zu erleichtern; *b* ist das keilförmige Kühlschiff aus Schmiedeeisen von 6 mm Stärke, mit dicht schließendem, durch Flantsch und Mutterschrauben befestigten, Deckel; letzterer ist versehen mit dem Mannloche *f* und dem Dampfrohr *g*. Die Armatur des Kühlschiffes besteht aus einem Probirhahn *e*, welcher an der Stelle angebracht ist, die den niedrigsten zulässigen Wasserstand im Kühlschiffe bezeichnet, sowie einem Ablaßhahn *q*, welcher zum Entleeren desselben dient. Durch eine Rohrleitung *d* ($2^1/_2$ Zoll) wird aus dem Anwärmekessel *n* Theer oder Oel den Feuerungen *p* durch kleine, mit Regulirhahn versehene gebogene Röhrchen zugeführt. Diese Röhrchen sind in einer Muffe drehbar, so

Fig. 13.



daß sie bei Seite gedreht werden können, wenn man in dem Ofen Pech oder andere feste Materialien verbrennen will, die dann einfach in etwa faustgroßen Stücken von vorn auf die Feuerplatte geworfen werden. Die Feuerungen *p* sind versehen mit je einer Schiebethüre, die leicht gangbar sein muß und durch eine Zahnstange in jeder beliebigen Stellung festgehalten wird; *c* ist ein Canal von Schwarzblech, ca. 3,5 m lang und von quadratischem Querschnitt. Er führt die Rauchgase durch die durch Thür *l* betretbare Kühlkammer *i* in das Kammersystem *k*. Thür *m* befindet sich passend dicht vor der Feuerungsanlage, damit die in den Löschcanal *h*, welcher fortwährend durch *e* mit Wasser gefüllt erhalten wird, fallenden Koks leicht und bequem zu entfernen sind. Bei Beginn der Arbeit entzündet man auf der Feuerplatte durch mit Theer oder Oel getränkte Putzwolle, Papier oder dergleichen ein kräftiges Feuer und läßt erst, nachdem dies gehörig im Gange ist, das zu verarbeitende Material auf die eine oder andere Weise zutreten.

Das Kammersystem dieser Anlage besteht aus drei parallelen Gewölben von ca. 36 m Länge, welche der Rauch nach einander passiren muß, so daß er im

Ganzen einen Weg von ca. 100 m durchläuft. Von diesen Stollen, deren Gewölbe sich in der Zeichnung angedeutet finden, ist jeder durch Zwischenwände in mehrere Abtheilungen getheilt, welche den Rauch zwingen, bald am Boden der Kammer, bald am Scheitel des Gewölbes durchzustreichen. Sämmtliche Kammern sind durch eiserne Thüren in den Zwischenwänden mit einander verbunden und von der Endkammer eines jeden Stollens führt an der, der Feuerstelle gegenüber liegenden Seite eine eiserne Thür in einen gemeinsamen Sammel- und Packraum. Am Ende des dritten Stollens befindet sich ein ca. 15 m hoher Regulirschornstein, durch welchen die Rauchgase schließlich entweichen.

Die Arbeit wird ähnlich geführt, wie in den Schwarzwälder Oefen. Beim Entleeren der Kammern wird der Ruß durch hölzerne Krücken nach dem Packraume geschoben, und sobald diese Arbeit beendet ist, wieder aufs Neue mit Brennen begonnen. Dadurch wird viel Zeit gespart, indem das Packen vorgenommen werden kann, während bereits wieder eine neue Arbeitsperiode im Gange ist. Durchschnittlich werden in einem solchen Ofen täglich ca. 500 kg Theer, Pech oder Oel zur Verrußung gebracht.

Diese Verbrennungseinrichtung verdient insofern eine größere Beachtung, als sie gestattet, die dabei auftretende Wärme in nutzbringender Weise zu verwerthen. Die Kühlschiffe eignen sich nämlich sehr gut zum Eindampfen von Flüssigkeiten, die man concentriren will, und man kann daher mit Vortheil neben der Darstellung von Ruß noch eine andere Fabrikation, bei der es namentlich auf das Eindampfen großer Flüssigkeitsmengen ankommt, z. B. die Gaswasserverarbeitung, betreiben.

Schon früher haben umsichtige Rußfabrikanten diesen Punkt ins Auge gefaßt. So theilt Lunge[1]) mit, daß J. Brönner in Frankfurt a. M. sämmtliche Abfallproducte von der Theerdestillation unter einem speciell dazu construirten, sehr complicirten Dampfkessel zum Zweck der Rußfabrikation verbrannt habe. Die Verbrennungsproducte wurden mittelst eines Ventilators von 2 m Durchmesser durch lange, mit eingeschliffenen Bodenschiebern versehene Gänge getrieben, welche in eine große Rußkammer mündeten. Die Schieber dienten zu beliebiger Zufuhr von Luft, um je nach ihrer Stellung verschiedene Qualitäten von Ruß für alle technischen Zwecke, z. B. fetten für Wachstuchfabriken, sogenannten calcinirten für Glanzleder, Gummiwaaren und Buchdruckfarben aller Art, zu erzielen.

Aehnlich berichtet Th. Nepp[2]) über eine Schwärzefabrik, welche die abgehende Wärme zum Heizen von sechs Kesseln, welche je 4 m lang sind und einen Durchmesser von 0,65 m haben, verwendet. Sie treiben zusammen eine achtpferdige Dampfmaschine, welche zum Betriebe der Kollergänge, Faßfabrikation ꝛc. dient.

Der Theer wird vor jedem Dampfkessel in einen Behälter entleert, von denen jeder zwei Fässer faßt. Hinter jedem Kessel steht ein Ofen, in welchem die von dem vorne brennenden Theere entwickelten Schwärzegase, welche sich auf ihrem Wege unter dem Kessel allmälig abgekühlt haben, ihren Ruß absetzen. Die

---

[1]) Die Industrie der Steinkohlentheer-Destillation. Braunschweig 1882, S. 78. — [2]) Chemiker-Ztg. 1878.

Oefen sind 4 m hoch, verankert und mit Eisenplatten bedeckt. Sie ragen etwa 1 m über das Dach ins Freie und sind im Inneren mit horizontalen und verticalen Blechen durchsetzt, auf welchen sich der Ruß abscheidet. Natürlich finden sich in den oberen Regionen dieses Thurmes die feineren Rußsorten und zwar in geringerer Menge, als der schwerere und gewöhnlichere Ruß in den der Feuerung zunächst gelegenen Etagen. Letztere müssen nach dem Abbrennen des Theers, was nach etwa sechs Stunden der Fall ist, entleert werden, worauf man das Theerreservoir sofort wieder mit neuem Material beschickt. Gleichzeitig sind je drei Kessel im Gange, so daß also fortwährend genügend Dampf producirt wird.

Das Product wird zum kleinsten Theile unvermischt gelassen; der größere Theil wird, ehe er in den Handel kommt, mit fein gemahlenem und gesiebtem Torf auf einem Kollergange zusammen gemahlen, und findet Verwendung in der Fabrikation von Farben, Wichsen, Ofenschwärzen ꝛc. Die Anlagekosten einer derartigen Fabrik sollen sich auf etwa 8000 bis 9000 Mk. belaufen, welcher Betrag sich jedoch selbstverständlich nur auf die für Erzeugung und Auffammlung des Rußes bestimmten Theile der Anlage beziehen kann.

Es ist kaum anzunehmen, daß eine derartige Verwerthung der abgehenden Hitze rationell ist, namentlich da, wo man noch zu anderen Zwecken Dampfkraft braucht. Die ganze Anlage zur Erzeugung von gespanntem Dampf ist an sich schon sehr complicirt und in Folge dessen mannigfachen Reparaturen unterworfen; dann aber ist man mit seinen Dampfkesseln von der Rußfabrikation abhängig, was zu Zeiten, in denen der Bedarf schwach, oder bei nothwendigen Reparaturen sehr störend sein kann. Will man die Wärme ausnutzen, so geschieht dies jedenfalls vortheilhafter, wenn man sie zum Heizen von Trockenräumen, Eindampfpfannen u. dergl. verwendet.

Eine ganz besondere Beachtung beansprucht die Ableitung der entrußten Gase aus dem Kammersystem ins Freie. Hier liegt ein wunder Punkt der Rußfabrikation, der schon für manche Anlage verhängnißvoll geworden ist. Wenn man die Kammern auch noch so sehr ausdehnt, also die Rußgase einen noch so weiten Weg machen läßt, so läßt es sich doch nicht umgehen, daß gar manche Rußflocke, namentlich beim Aufgeben frischen Materials oder bei unregelmäßigem Betriebe, in Folge des Zuges durch den Schornstein entführt wird, und daß dadurch nicht allein die Ausbeute verringert wird, sondern daß man noch obendrein den größten Unannehmlichkeiten von Seiten seiner Nachbarn ausgesetzt ist, welche sich in der Regel diese Rußbelästigung nicht gefallen lassen. Es ist nicht ganz leicht, hier Abhülfe zu schaffen, denn das Filtriren des Rauches durch grobes Zeug, ehe er die Kammern verläßt, ist nicht überall durchzuführen und auch in mehr als einer Hinsicht ein unvollkommener Behelf. Es ist natürlich in erster Linie erforderlich, daß der Schornstein mit einem gut gearbeiteten Registerschieber versehen ist, um den Zug in den Kammern genau reguliren zu können. Aber dies hilft doch nicht vollkommen, und wenn die Fabrik sich in unmittelbarer Nähe von menschlichen Wohnungen befindet, wird man bald Beschwerden hören.

Mit großer Vollkommenheit sahen wir die Beseitigung des Rußauswurfes in einer Fabrik durchgeführt, die sich inmitten einer verkehrsreichen Stadt befindet. Diese Fabrik besitzt für ihren anderweitigen Fabrikbetrieb einen Dampfkessel, und

führt die Rauchgase aus ihren Rußkammern vermittelst eines Canals unter die Feuerung desselben. Durch sorgfältig gearbeitete Schieber in diesen Canälen läßt sich der Zug genau reguliren. Etwa mitgerissene Rußflocken werden durch das Kesselfeuer vollkommen verbrannt und aus dem Dampfschornstein entweicht ein Rauch von durchaus normaler Beschaffenheit. Die Fabrik hat dadurch erreicht, daß Beschwerden wegen Belästigung der Nachbarschaft bei ihr überhaupt noch nicht eingelaufen sind, und hat außerdem den Bau eines besonderen Kamins für die Rußöfen erspart.

Nicht alle Fabriken befinden sich in der Lage, über eine Dampfkesselanlage zu verfügen, und für diese wird es natürlich schwieriger, das Problem zu lösen. Eine gewöhnliche Feuerung besitzt nicht den nöthigen Zug, um die Gase aus dem Kammersystem anzusaugen, und man ist daher gezwungen, die Rußflocken auf mechanischem Wege aus dem entweichenden Rauche zu entfernen. Dieser Zwang hat aber auch seine gute Seite, indem man dadurch in die Lage versetzt wird, diesen Ruß, dessen Quantität durchaus nicht unbeträchtlich ist, zu sammeln und zu verwerthen.

Man hat mancherlei Vorrichtungen getroffen, welche den beabsichtigten Zweck mit mehr oder minder großer Vollkommenheit erreichen. Die Fabriken des badischen Schwarzwaldes und auch andere bedienen sich grobmaschiger Stoffe von Jute, durch welche die abgehenden Rauchgase noch einer letzten Filtration unterzogen werden, bevor sie ins Freie gelangen. Wenn auch die Wirkung dieser Vorrichtung eine ziemlich vollkommene ist, so ist sie doch mit manchem Nachtheil verknüpft, der eine Verbesserung als wünschenswerth erscheinen läßt. Zunächst sind diese Stoffe einer raschen Zerstörung ausgesetzt und müssen häufig erneuert werden; dann setzen sich aber während des Betriebes die Maschen mit Rußflocken zu, wodurch eine empfindliche Störung im Zuge der Oefen hervorgerufen wird, und eine Verunreinigung des Rußes durch Schweelproducte nicht zu vermeiden ist. Durch häufiges Erschüttern des Tuches kann man zwar diesem Umstande vorbeugen, aber gänzlich beseitigen läßt er sich nicht, weil der Stoff mit fortschreitender Arbeit undurchlässiger wird.

Man hat auch versucht, das Tuch durch ein Drahtgewebe zu ersetzen, das man in Form einer Wand gegen das Ende der letzten Kammer angebracht und mit Abklopfvorrichtung versehen hat. Auch hier wurde die gleiche Erfahrung gemacht: der Ruß setzt sich nach und nach zwischen den Maschen fest, fällt beim Klopfen nicht ab, wodurch Störungen im Betriebe verursacht werden.

Von befriedigender Wirksamkeit erwies sich eine Fangvorrichtung, welche in Form einer Jalousie am letzten Ende des Kammersystems angebracht war. Dies war in der Weise ausgeführt, daß man wenige Meter vor der Mündung zum Schornstein eine Mauer aufführte, in deren oberen Theil eine Oeffnung von etwa einem Quadratmeter Fläche ausgespart war. Diese nahm einen eisernen Rahmen von denselben Dimensionen auf, in welchem an Zapfen 10 Stück schmiedeeiserne Bleche von je 50 cm Breite in Abständen von je 10 cm in horizontaler Anordnung befestigt waren. Die Bleche waren in den Zapfen drehbar und mit einer eisernen Führung nach Art der Jalousien mit einander verbunden. Dadurch wurde erzielt, daß man die Oeffnung beliebig weit einstellen konnte. Die

Stellung der Jalousie ergiebt sich aus der beistehenden Fig. 14, und ihre Wirkung ist die folgende: Die noch mit wenig Rußflocken beladenen Rauchgase treffen in der Pfeilrichtung auf die nach abwärts gerichteten Bleche der Jalousie, und werden dadurch von ihrer Richtung abgelenkt. Die schwereren Rußflocken prallen an den Blechen ab und fallen außerhalb der Kammer zu Boden, während die entrußten Rauchgase, ohne daß eine Störung im Zuge erfolgt, durch den Schornstein entweichen. Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß man den Abgang nach dem Kamin an der höchsten Stelle der Kammer anbringt, um dadurch zu verhüten, daß in dem unteren Theil der kleinen Vorkammer die Luft in Bewegung geräth und den bereits abgeschiedenen Ruß wieder aufwirbelt, wodurch die Wirkung dieser Fangvorrichtung illusorisch würde.

Fig. 14.

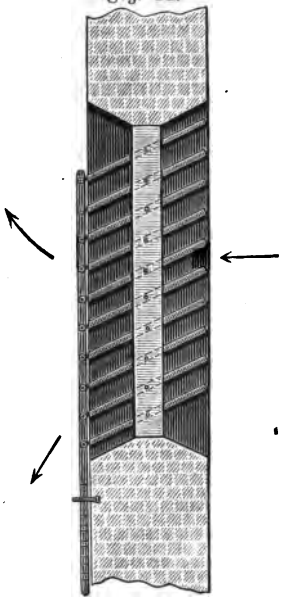
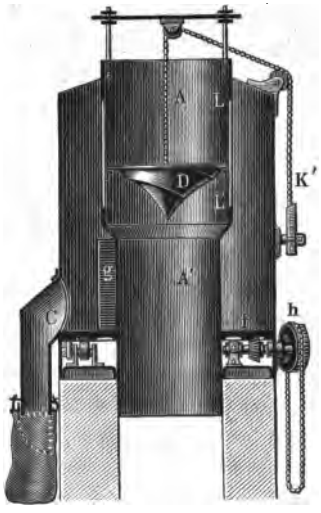


Fig. 15.



In vollkommenerer Weise läßt sich die Rußabscheidung ohne Zweifel nach dem geistvollen System Dr. Werner Siemens', dem Spiraldeflector, erreichen. Diese treffliche Idee des genialen Erfinders ist, wie so manche andere, die Frucht zwingender Verhältnisse, welche eintraten, als ihm durch die Polizei der Betrieb seiner Eisengießerei wegen des Rußauswurfs der Schornsteine inhibirt worden war. Der leitende Gedanke dieses Systems ist der, die Rauchgase eine Spirale passiren zu lassen, wodurch sie in eine centrifugale Bewegung gerathen; die mitgeführten kleineren Rußtheilchen vereinigen sich hierbei zu größeren Flocken und fliegen in Folge der tangentialen Richtung, mit der sie die Spirale verlassen, gegen das Innere der Wände eines Cylinders, welcher die Spirale umgiebt und als Sammelraum für den abgeschiedenen Ruß dient. Sie prallen an diesem ab und fallen zu Boden, während die so gereinigten Rauchgase oberhalb des Deflectors ins Freie gelangen.

Dieses vorzügliche System finden wir bei allen guten Constructionen von Rußfängern wieder, so auch bei den der Firma H. Schomburg u. Söhne in Berlin patentirten Apparaten, die wir hier ausführlicher besprechen wollen, weil sie für die Zwecke der Rußfabrikation die geeignetsten sein dürften. Die genannte Firma fertigt die Apparate entweder zum Anbringen auf dem Schlote, oder zur Einschaltung am Fuße des Schornsteins, zwischen diesem und dem Fuchs. Einen Apparat der ersteren Art zeigt Fig. 15 (a. v. S.) im Durchschnitt. Durch eine Röhre A' werden die Rauchgase dem Deflector D zugeführt, welcher in dem mit Oeffnungen LL' versehenen Cylinder A montirt ist. Der ganze Apparat befindet sich in einem weiteren Cylinder mit Entleerungsrohr C, dessen Boden f durch Kettenzug h von unten auf Rollen drehbar ist; g ist eine Scheidewand, welche den Zweck hat, den Ruß vor der Oeffnung C aufzuhalten, damit er durch dieselbe in einen in der Verlängerung von C angebrachten Sack fällt. Man kann diese Verlängerung der Röhre zweckmäßig an der Außenseite des Kamins bis zu dessen Fuß führen, so daß der ganze Apparat, außer zur richtigen Einstellung des Deflectors, von unten bedient werden kann.

Die Anbringung des Apparates am Fuße des Kamins ergiebt sich aus Fig. 16. Hier ist die Einrichtung getroffen, daß derselbe mit Hülfe der Schieber $S'S''$ und S''' jederzeit ein- und ausgeschaltet werden kann. Wir möchten dieser Anordnung den Vorzug geben, einmal, weil sie einfacher und leichter zugänglich ist, und dann auch, weil sie dadurch, daß die Rauchgase entrußt werden, bevor sie in den Schornstein eintreten, diesen letzteren vor Rußansatz schützen und ein häufiges Fegen desselben unnöthig machen.

Zuverlässigen Mittheilungen zufolge wird in einer thüringischen Rußfabrik jeder Verlust durch Flug durch eine Einrichtung vollkommen vermieden, welche in einem Wasserabschluß bestehen soll. Auf welche Weise der Gegendruck der Absperrflüssigkeit überwunden wird, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden, vermuthlich durch Saugen vermittelst eines hohen Schlotes. Da der Ruß von Wasser nicht benetzt wird, so scheint uns auch dessen Abscheidung auf diesem Wege, ohne anderweitige Hülfsmittel, nicht ganz außer Zweifel zu stehen.

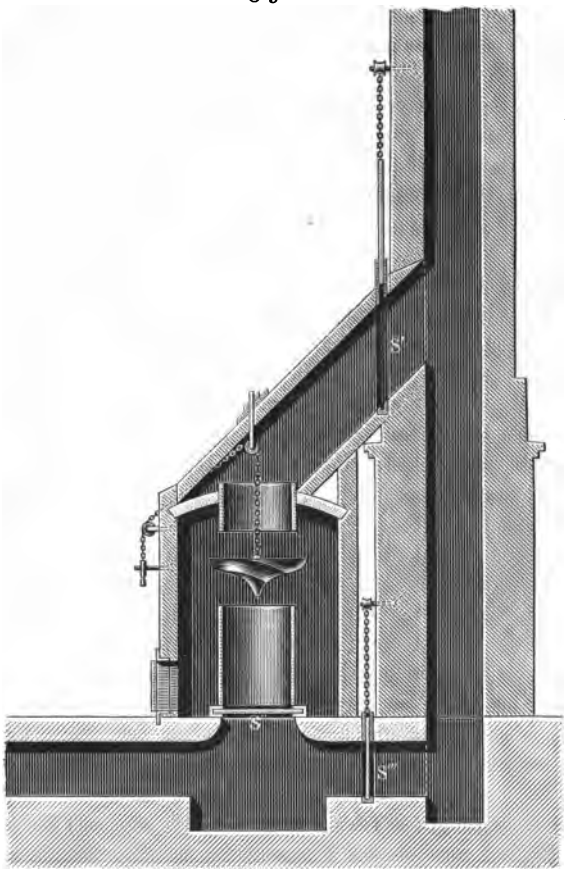
Wir müssen schließlich an dieser Stelle noch neuerer Bestrebungen zur Entrußung der Rauchgase gedenken, welche, obzwar für den vorliegenden Fall noch nicht technisch erprobt, doch die Aufmerksamkeit technischer Kreise in hohem Maße in Anspruch nehmen. Lodge in Liverpool fand, daß hochgespannte elektrische Entladungen einer statischen Maschine die Eigenschaft besitzen, Dampf und Rauch jeder Art zu condensiren. Von dieser Erfindung hat die Firma Walker Parker u. Co.[1]), eine der größten Firmen Englands, praktische Anwendung gemacht, um die schädlichen Bleidämpfe zu condensiren, und zwar mit dem größten Erfolge, denn nicht nur wurde der Gesundheitszustand ihrer Arbeiter ein viel besserer, sondern es wurde auch eine merkliche Ersparniß in der Fabrikation constatirt. Um diese Erscheinung zu demonstriren, construirte die Firma King, Mendham u. Co.[2]) in Bristol einen einfachen Apparat, mit Hülfe dessen man

---

[1]) D. R.-P. Nr. 32861 vom 27. Februar 1885. Chem. Ind. 1885, S. 356. — [2]) Industries, 1886, 1, 471. Durch „Chemiker-Ztg." Rep. 1886, S. 245.

ſich leicht von der Wirkungsweiſe überzeugen kann. Derſelbe beſteht aus einer Glasglocke, in welche von oben eine Meſſingſtange hineinragt, die oben mit einer Kugel und unten mit einer Spitze verſehen iſt. Der Stange gegenüber iſt eine zweite Meſſingſtange angebracht; jede dieſer Meſſingſtangen ſoll mit einer Elektrode einer Elektriſirmaſchine in Verbindung geſetzt werden. Unterhalb der auf drei Füßen ruhenden Glasglocke befindet ſich ein cylindriſches Metallkäſtchen, in

Fig. 16.



welchem der Rauch erzeugt wird. Man giebt rauchendes Packpapier, Zunder oder dergleichen in das Käſtchen und ſtellt, wenn ſich die Glocke mit Rauch gefüllt hat, die elektriſche Verbindung her; der Rauch geräth zuerſt in ſchnelle Bewegung, verſchwindet dann und die Glasglocke wird wieder vollkommen klar.

Wir haben auch dieſer Beſtrebungen in ausführlicherer Weiſe gedacht, weil ſie allem Anſchein nach berufen ſind, in der Rußfabrikation eine Rolle zu ſpielen. Sollte es ſich dabei auch nur um eine letzte Condenſation der mitgeriſſenen Rußtheilchen handeln, ſo iſt die Sache doch wichtig genug, um von jedem einſichtsvollen

Rußfabrikanten in Erwägung gezogen zu werden. Auf der einen Seite ist es die Aussicht auf eine bessere Ausbeute, die ihn zu Versuchen in dieser Richtung anregen sollte, während er auf der anderen Seite sich durch eine vollkommene Ausnutzung seiner Rußgase manche Klagen und Widerwärtigkeiten von Seiten seiner Nachbarn ersparen könnte.

Nachdem wir so die verschiedenen in Anwendung befindlichen Einrichtungen zur Fabrikation von Kienruß kennen gelernt haben, erübrigt uns noch, über die Ausführung der Condensationskammern einige Worte hinzuzufügen.

Wir haben in Vorstehendem schon mehrfach Veranlassung genommen, darauf hinzuweisen, daß sich unter allen Umständen die Ausführung derselben in Mauerwerk empfiehlt. Obgleich eine derartige Anlage begreiflicher Weise ziemlich kostspielig ist, so bietet sie doch eine so große Anzahl von beachtenswerthen Vortheilen, daß der Kostenpunkt doch erst in zweiter Linie zu berücksichtigen sein wird. Nicht der geringste davon ist die absolute Feuersicherheit der ganzen Einrichtung, welche bei Kammern von Holzwerk zum mindesten sehr problematisch ist. Zudem gestatten letztere nicht eine forcirte Benutzung und geben Veranlassung zu mancherlei Reparaturen und Betriebsstörungen, welche gleichzeitig nicht ohne nachtheiligen Einfluß auf die Güte des Fabrikates bleiben. Dieselben Vortheile wie ein Kammersystem aus Stein in Bezug auf Feuersicherheit und Dauerhaftigkeit würde natürlicher Weise auch ein solches von Eisen, z. B. Wellblech, bieten, doch ist anzunehmen, daß sich dieses nicht bewähren dürfte, und zwar einestheils deshalb, weil an den glatten Flächen des Metalls der Ruß sich weniger leicht abscheidet, und weil andererseits die Wärmeleitung desselben eine so große ist, daß sich ein großer Theil des bei der Verbrennung gebildeten Wasserdampfes condensiren, und die Qualität des Rußes verringern würde. Letzterem Uebelstande ließe sich allerdings durch Ueberkleiden der Wände mit einem Mantel von Wärmeschutzmasse begegnen.

Diesen Uebelständen ist man nun bei Anwendung steinerner Condensationskammern gänzlich überhoben. Die rauhen Wände derselben bieten den Rußgasen eine geeignete Fläche dar, an denen der Ruß sich festsetzen und zu größeren Flocken vereinigen kann, die dann bei größerer Schwere sich wieder ablösen und zu Boden fallen. Gleichzeitig bieten sie aber den Vortheil, daß sie, einmal durchwärmt, für lange Zeit warm bleiben und so den Wasserdampf verhindern, sich zu condensiren. Es ist indessen nicht gleichgültig, wie der Verputz im Inneren der Kammern ausgeführt wird.

Man findet in einigen Werken angegeben, daß man den Boden der Kammern zweckmäßig mit einer glatten Cementschicht, die Seitenwände und Gewölbe derselben aber mit einem rauhen Mörtelbewurf versehen soll. Dies letztere ist indessen durchaus zu verwerfen. Der Mörtelbewurf haftet nämlich in Folge der Temperaturschwankungen beim Heizen und Abkühlen des Ofens durchaus nicht so fest, daß nicht ab und zu davon kleine Theilchen abfallen und den Ruß verunreinigen. Auch ist die Gefahr vorhanden, daß während des Ausräumens durch Unachtsamkeit der Arbeiter ꝛc. Theile davon abgestoßen werden. Man kann sich aber leicht denken, welch' mißliche Folgen das Vorhandensein von Sand und derartigen Körpern im Ruß bei seiner Verwendung zur Lackleder-, Wachstuch- oder Buntpapierfabrikation nach sich ziehen kann.

Es empfiehlt sich daher die nachfolgende Ausführung, die sich in der Praxis bestens bewährt hat. Nach Fertigstellung des Rohbaues der Gewölbe wird zwischen sämmtlichen Fugen derselben und der Seitenwände der Mörtel auf etwa einen Centimeter Tiefe durch geeignete Instrumente herausgekratzt. Nachdem dies geschehen und die Wände mit Hülfe eines Reiserbesens von anhaftenden Sand- und Mörteltheilchen möglichst gereinigt worden sind, wird der ganze Bau mit dickem Cementmörtel ausgefugt, so daß überall die Steine bloß liegen und nur die Fugen verstrichen sind. Jetzt erst legt man den Plattenboden auf eine Schicht von Kohlenasche oder trockenem Sand. Man verwendet hierzu am besten Backsteine, die man flach in den Mörtel derart neben einander setzt, daß zwischen denselben breitere Fugen von etwa $^1/_2$ cm Breite bleiben. Der ganze Boden wird hierauf mit einem gleichmäßigen dünnen Cementguß versehen.

Man wird bei jeder neu angelegten Rußfabrik die Beobachtung machen, daß der zu Anfang des Betriebes derselben gewonnene Ruß von schlechter Qualität ist und erst nach und nach eine den Anforderungen entsprechende Waare erhalten wird. Dies rührt davon her, daß der Bau im Inneren, selbst wenn er durch mehrmonatliches Stehen anscheinend trocken ist, immer noch Feuchtigkeit einschließt, welche von den heißen Feuergasen zur Verdampfung gebracht wird und dadurch dieselben abkühlt. Hierdurch werden aber zwei Mißstände geschaffen, welche beide im Verein die Ursache der schlechten Qualität der ersten Producte sind. Durch die Abkühlung werden zunächst die Rußgase in ihrer Geschwindigkeit gestört, der Zug beeinflußt und hierdurch dem Brennmaterial Veranlassung gegeben zu schweelen, also unverbrannte Destillationsproducte zu liefern; dann befindet sich der Wasserdampf in zu langer Berührung mit dem Ruß, welcher diesen sowie die Destillationsproducte lebhaft absorbirt und dadurch schmierig wird. Außerdem veranlaßt die durch den Wasserverlust und die Wärmewirkung verursachte innere Bewegung in der Masse des Mauerwerks das Ablösen zahlreicher Sandkörnchen, welche sich dem Ruß beimengen und ihn für die gewöhnlichen Verwendungen unbrauchbar machen.

Da dieser Mißstand auf keine andere Weise zu beseitigen ist, so fährt man am besten, wenn man bis zur Trockenstellung des Baues ein minderwerthiges Material verbrennt. Der dabei gewonnene Ruß wird ohne weitere Behandlung in Fässer gepackt und findet unter der Bezeichnung „Schmutzruß“ willige Abnehmer unter den Fabrikanten von künstlichen Düngern.

Der Ruß, wie er aus den Kammern kommt, selbst wenn dieselben auch noch so lange im Gebrauch und vorzüglich im Stande sind, ist indessen nicht direct für alle Zwecke zu gebrauchen. Für feinere Arbeiten, namentlich für Lackleder-, Buntpapier- und Rahmenfabriken, muß derselbe absolut frei von Sand ꝛc. sein. Man ist daher für diese Zwecke genöthigt, ihn noch besonderen Manipulationen zu unterwerfen, um ihn ganz rein zu bekommen.

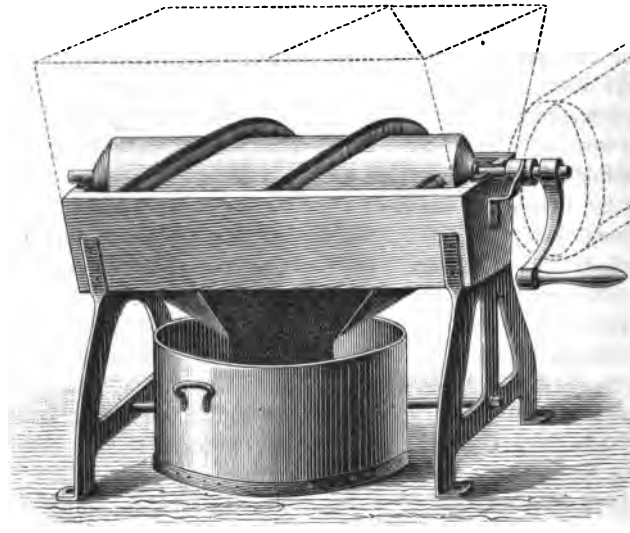
Man bedient sich hierzu eines Ventilators von ziemlicher Geschwindigkeit, in welchen man den Ruß mittelst einer Schaufel einträgt. Derselbe nimmt dabei eine rotirende Bewegung an, und wird von dem erzeugten Winde in eine hölzerne große Kammer getragen, worin er sich absetzt, während die ihn verunreinigenden schweren Körper in Folge der Centrifugalkraft am Ende des Ventilators in einen

Kasten geschleudert werden, aus welchem sie von Zeit zu Zeit durch einen Schieber entfernt werden können.

Meistens wird indessen diese, keineswegs angenehme, Manipulation umgangen und der Ruß einfach durch ein feines Sieb geschlagen. Dies ist wegen der geringen Schwere der Rußflocken keine kleine Arbeit. Sie kann aber sehr vereinfacht werden, wenn man sich statt des Handsiebes einer Sieb- und Sichtmaschine mit sogenannter Bürstenwalze von A. Zemsch in Wiesbaden bedient.

Dieser sinnreiche Apparat (Fig. 17) besteht aus einer halbkreisförmigen Rinne von feinem Drahtgeflecht, in welcher sich eine hölzerne Walze, die in schraubenförmiger Anordnung mit Schweinsborsten besetzt ist, dermaßen dreht, daß die Bürsten immer die Maschen des Siebes streichen und, falls sie verstopft sind,

Fig. 17.



dieselben reinigen. Diese Walze versieht gleichzeitig die Dienste einer Transportschnecke, indem sie den Ruß über die ganze Fläche des Siebes weiter führt, ihn quasi durch die Maschen hindurchdrückt und die Verunreinigungen seitlich herausbefördert. Der Antrieb kann sowohl per Hand, wie auch durch Maschinenkraft erfolgen. Man stellt diese Maschine zweckmäßig über einen größeren Verschlag von Brettern, worin der gesiebte Ruß gesammelt und verpackt wird.

Ein derartig behandelter Ruß, sowie vielfach auch jener der letzten Kammern des Systems geht im Handel unter der Bezeichnung „ventilirter Ruß“ und findet, wie erwähnt, zu feineren Arbeiten Verwendung.

Der auf die eine oder andere Weise, sei es auch mit Beobachtung der äußersten Vorsicht, erzeugte Ruß ist nun noch lange kein reiner Kohlenstoff. Er enthält noch wechselnde Mengen von Destillationsproducten, welche der Verbrennung entgangen und vom Ruß in den Kammern absorbirt worden sind. Er zeigt in Folge dieser Beimengungen eine ins Bräunliche gehende Färbung, die besonders dann

deutlich hervortritt, wenn man den Ruß mit einigen Tropfen Spiritus, Benzol oder Terpentinöl auf einem weißen Bogen Papier anreibt und die Strichfläche trocknen läßt. Diese Flüssigkeiten haben die Fähigkeit, jene Destillationsproducte aufzulösen, und es wird sich daher, da dieselben das Papier durchdringen, auf der Rückseite des letzteren ein mehr oder minder starker, bräunlicher Durchschlag zeigen. Auch um den äußeren Rand der Strichfläche bildet sich ein braun gefärbter Ring.

Man hat von der Lösungsfähigkeit der erwähnten Agentien für die brenzlichen Producte im Ruß zur Reinigung desselben Gebrauch gemacht, ist aber bald in Folge ihrer unvollständigen Wirkung und der Kostspieligkeit des Verfahrens wieder davon abgegangen.

So hat namentlich Runge[1]) den Spiritus zur Reinigung des Kienrußes empfohlen, und zieht sogar dieses Verfahren dem später zu beschreibenden Ausglühen vor, weil die Leichtigkeit des Kienrußes große Gefäße nothwendig mache und daher viel Brennstoff erfordere. Zudem sei das genaue Verschließen dieser Gefäße schwierig, aber um so nöthiger, weil sonst viel Farbstoff verbrenne. Ein solcher mit Spiritus gereinigter Kienruß ist dichter und zusammenhängender, als der gewöhnliche und nimmt in Folge dessen auch einen kleineren Raum ein. Dazu kommt, daß er sehr leicht Wasser annimmt, und man deshalb nicht nöthig hat, Weingeist anzuwenden, um ihn, wie man zu sagen pflegt, zu löschen.

Späterhin benutzte man starke Natronlauge zum Ausziehen des Rußes, und hat auf diese Weise in der That den Ruß in chemisch reinem Zustande als amorphen Kohlenstoff erhalten. Man muß diese Manipulation indessen so lange wiederholen, bis die Natronlauge beim Filtriren der kochenden Mischung nicht mehr gefärbt abläuft, und schließlich den Rückstand wiederholt mit Königswasser auskochen. Neuerdings hat C. Köchlin[2]) ein Verfahren der Reinigung angegeben, das in der Behandlung desselben mit concentrirter Schwefelsäure besteht. Der Ruß wird mit seinem 10fachen Gewicht Säure gut angerührt und nach 24stündiger Berührung in Wasser gegossen, filtrirt und gewaschen. Nach dem Trocknen läßt er sich mit größter Leichtigkeit im Wasser zertheilen und besitzt angeblich alle Eigenschaften der chinesischen Tusche. Die Wirkung der Schwefelsäure beruht darauf, daß sie die dem Ruß anhaftenden brenzlichen Producte zum Theil zerstört, zum Theil in wasserlösliche Sulfosäuren überführt.

Man gelangt auf diese oder jene Weise schließlich zu einem sehr zarten Pulver von tiefster Schwärze, das auf dem Platinblech ohne Rückstand zu hinterlassen und ohne Rauchentwickelung zu Kohlensäure verbrennt. Es ist natürlich nicht Sache der Technik, einen Ruß von so hervorragender Reinheit darzustellen. Ihr ist es nur darum zu thun, den Ruß von möglichst schwarzer Farbe und frei von brenzlichen Producten zu liefern, und es ist auch gelungen, diesen Zweck auf dem weit einfacheren und billigeren Wege einer Calcination bei Luftabschluß zu erreichen.

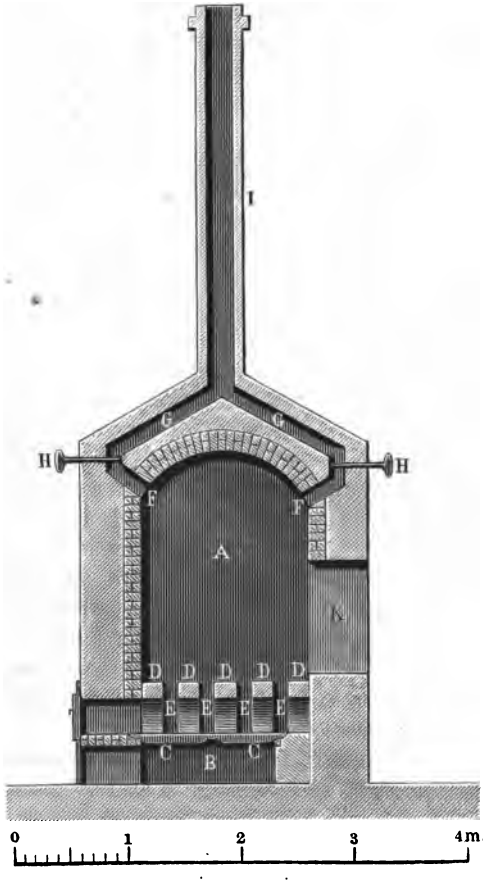
Man hat früher diesen Proceß auf eine höchst einfache Weise ausgeführt; ein mit Ruß gefülltes Faß wurde in die Erde gegraben, und hierauf der obere Deckel abgenommen. Dann wurde vermittelst eines geeigneten Bohrers inmitten

---

[1]) Grundriß der Chemie, I. München 1846, S. 64. — [2]) Deutsche Ind.-Ztg., 1873, S. 128.

der Rußmasse ein bis auf den Boden des Fasses reichender Schacht gebohrt, und in diesen ein mit Terpentinöl getränkter, brennender Wergballen geworfen. Das Faß wurde alsdann lose bedeckt und mehrere Tage sich selbst überlassen. Dabei kam der ganze Inhalt des Fasses ins Glühen, die Schweelproducte verbrannten oder verflüchtigten sich. Es ist klar, daß bei einem dermaßen rohen Verfahren auch eine Menge Ruß verbrennt, und in der That betrug die Gewichtsverminderung der Masse bisweilen mehr als den vierten Theil.

Fig. 18.



Heutzutage wird zum Calciniren des Rußes wohl allgemein eine Einrichtung (Fig. 18) benutzt, welche in Folgendem näher beschrieben ist. In einem schachtartig gemauerten Raume *A* von etwa 3,5 m Höhe mit einem quadratischen Querschnitt von 1,5 qm im Lichten ist nach Belassung eines als Aschenfall dienenden Raumes *B* ein gewöhnlicher Planrost *C* eingemauert, der aus zwei Reihen Stäben von je 50 bis 60 cm Länge besteht; denselben überbrücken in je 25 cm Entfernung fünf einzelne, frei stehende, flache Gewölbebogen *D* aus feuerfestem Material, je 22 cm breit, so daß zwischen den einzelnen Bogen ein Raum *E* von je 10 cm bleibt, durch welchen die Feuergase in den Calcinirraum gelangen können; der zwischen den Bogen und der Wand, an welche sie stoßen, bleibende keilförmige Raum wird bis zur Höhe des Gewölbescheitels aufgemauert, so daß die Oberflächen sämmtlicher Bogen eine Horizontalebene bilden, auf welche in dichter Anordnung 24 Reihen gußeiserner Töpfe von 5 bis 10 mm Wandstärke, 40 cm Höhe und 24 cm Durchmesser, welche mit Ruß gefüllt sind, zu stehen kommen. Diese Töpfe tragen an ihrem Rande einen Falz, in welchen der Boden eines anderen Topfes genau einpaßt, so daß sie sich gegenseitig als Deckel dienen, und nur der oberste Topf einer jeden Reihe mit einem Deckel versehen zu werden braucht.

Die Fugen zwischen den einzelnen Töpfen werden natürlich schon während der Beschickung, welche von zwei Arbeitern in ca. sechs Stunden besorgt wird, mit Lehm gut verstrichen, und auch die Deckel der oberen Töpfe gut verdichtet. Die Besetzung des Ofens erfolgt in der Weise, daß immer eine Topfreihe nach der anderen, natürlich von der Hinterwand des Ofens ausgehend und nach der des Eingangs fortschreitend, aufgesetzt wird.

Nach oben wird der Heizraum durch eine gewölbte Decke aus feuerfesten Steinen abgeschlossen, welche der besseren Wärmevertheilung halber an den vier Ecken je eine Zugöffnung *F* hat, die durch Züge *G* mit Regulirschiebern *H* nach dem Kamin *I* führen. Letzteres wird direct auf den pyramidalen Ueberbau des Gewölbes aufgesetzt, und etwa 3 m in die Höhe geführt.

Das Ein- und Ausräumen der Töpfe geschieht durch eine Arbeitsöffnung *K* in der Wand, die während des Betriebes vermauert ist. Der Ofen wird je nach der Intensität des Feuers in 18 bis 24 Stunden dunkelrothglühend; die Destillationsproducte entweichen aus den Fugen des Verstrichs der Töpfe.

Wenn das Feuer während zwei Tagen gut unterhalten worden ist, ist die Calcinirung beendigt; man darf indessen noch nicht sogleich zum Ausräumen der Töpfe und Auspacken des Rußes übergehen. Der geglühte Ruß besitzt die Eigenschaften eines Pyrophors und verbrennt schon beim Zusammentreffen mit Luft bei einer Temperatur, welche weit unter der Glühhitze liegt. Karsten[1]) hat sogar gefunden, daß der geglühte Ruß in trockener, kohlensäurefreier Luft mit dem Sauerstoff derselben sich schon bei gewöhnlicher Temperatur zu Kohlensäure verbindet und zwar in nicht ganz geringer Menge. Wenn auch in dieser Hinsicht in Rußfabriken noch keine schlimmen Erfahrungen gemacht worden sind, so empfiehlt es sich doch, den Ofen und die Töpfe erst ganz kalt werden zu lassen, ehe man die letzteren herausnimmt. Es genügt hier nicht, die Töpfe so weit abkühlen zu lassen, daß man sie, ohne sich zu verbrennen, anfassen kann, sondern man muß bei geöffneter Arbeitsthür die Topfreihen so lange mit der äußeren Luft in Berührung lassen, bis sie deren Temperatur angenommen haben.

Wir haben an dieser Stelle noch einige Worte über das Packen der Töpfe mit Ruß nachzutragen. Dies ist eine sehr langwierige Arbeit und erfordert viel Uebung von Seiten des damit betrauten Arbeiters. Der Ruß, wie er aus den Kammern kommt, eignet sich wegen des äußerst lockeren Zustandes, in dem er sich befindet, nicht zum Packen in Töpfe; er muß erst in Säcken getreten werden, um die richtige Beschaffenheit zu erlangen. Mehrere Arbeiter führen diese Operation in der Weise aus, daß sie den Ruß in Säcke von dichtem, starkem Gewebe füllen, und ihn unter fortwährendem Nachfüllen darin mit den Füßen niedertreten, bis er sich „geballt“ hat. Dann wird er mit Hülfe von Schaufeln in die Töpfe eingetragen, niedergedrückt und unter einer einfachen Spindelpresse in der aus Fig. 19 (a. f. S.) ersichtlichen Weise festgepreßt. Man füllt wieder Ruß auf und fährt so fort, bis die Töpfe ganz gefüllt sind.

Der in Töpfen calcinirte Ruß bildet eine zusammenhängende leichte Masse,

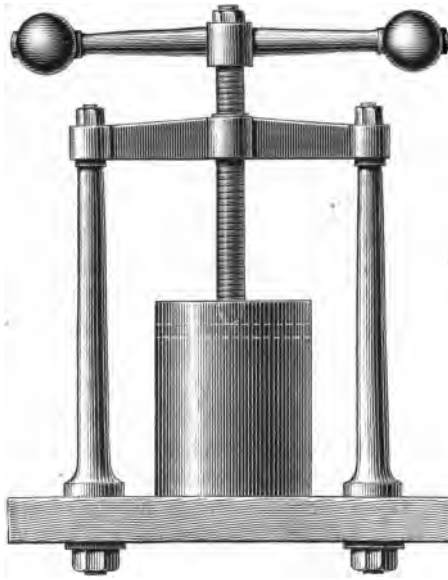
---

[1]) Liebig's und Kopp's Jahresber. f. Chem. 1860, S. 506. Pogg. Ann. CIX, 346. Berl. Akad. Ber. 1860, S. 38. Journ. f. prakt. Chem. LXXIX, 226.

die sich mit größter Leichtigkeit in das feinste Pulver verwandeln läßt. Gewöhnlich wird er in dieser Form, „in Stücken“, in den Handel gebracht, häufig aber auch als Pulver verlangt. In diesem Falle läßt man ihn in der Regel durch ein feines Sieb drücken; eine Mahltrommel, wie wir sie später in dem Capitel „Schwärze“ kennen lernen werden, würde diese Arbeit natürlich rascher und sorgfältiger besorgen.

Manche Fabriken suchen das Pulvern des Rußes nach dem Calciniren zu umgehen, indem sie denselben in die Töpfe nicht so stark einpressen, oder statt des Calcinirens im Topfe die Arbeit in liegenden Röhren ausführen, die sich in passender Einmauerung befinden und in Folge dessen ein starkes Einpressen nicht zulassen. Daß eine derartige Arbeitsweise vortheilhafter sein soll, ist nicht leicht einzusehen, zumal, da man in Folge der lockeren Packung ungleich weniger Material auf einmal in Arbeit nehmen kann, oder mit wesentlich größeren Einrichtungen arbeiten muß.

Fig. 19.



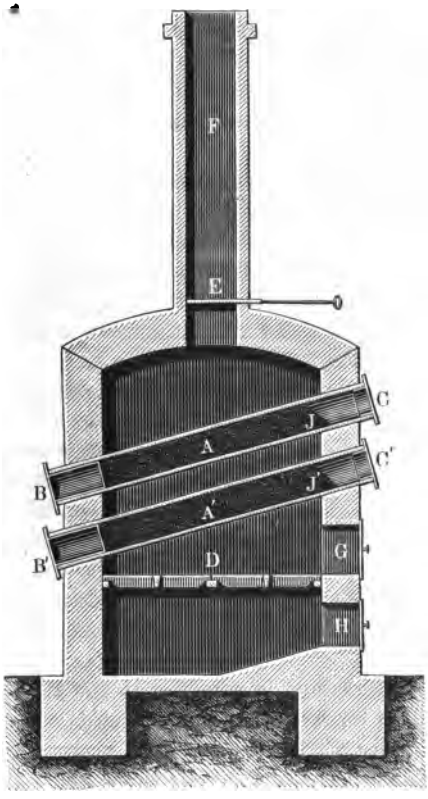
Nach der Ansicht mancher Rußfabrikanten ist der in lockerem Zustande calcinirte Ruß von ungleich besserer Qualität, wie der in Töpfen ausgeglühte, eine Ansicht, der übrigens von anderer, ebenfalls sachverständiger Seite entschieden widersprochen wird. Wie dem auch sei, so viel steht fest, daß das Calciniren des Rußes auch in lockerem Zustande in eingemauerten Cylindern vorgenommen wird, und wir haben daher auch dieses Verfahrens mit wenigen Worten zu gedenken.

Der Proceß wird gewöhnlich in eisernen Röhren AA' ausgeführt, welche über einer Feuerung D in der aus der Fig. 20 ersichtlichen Weise eingemauert sind. Diese Rohre wählt man in der Regel in einer Länge von etwa 2 m bei einem Durchmesser von 15 bis 20 cm. Häufig benutzt man hierzu alte Gas- oder Wasserleitungsröhren und überzieht dieselben außen, so weit sie der Flamme ausgesetzt sind, mit einer dünnen Schicht Lehm, welchem man, damit der Anstrich besser am Eisen hafte, Rindshaare beigemengt hat. Gewöhnlich liegen fünf bis sechs solcher Rohre in einer Reihe, so daß man im Ganzen 10 bis 12 in einem Ofen hat. Die Füllung der Cylinder erfolgt bei C und C', ihre Entleerung nach dem Erkalten bei B und B'. Die Deckel an diesen Oeffnungen bestehen aus gewöhnlichem Eisenblech und sind so gearbeitet, daß sie sich genau der Rohrwandung anschließen. Die bei B und B' reichen bis durch die Wandung der

Einmauerung, um zu verhüten, daß sich an diesen Stellen Ruß befindet, welcher der Einwirkung der Hitze entzogen wird. Die Roststäbe *D* liegen der ganzen Länge und Breite nach durch den Feuerungsraum, damit das Feuer alle Röhren gleichmäßig umspielt. Ein Schieber *E* im Schornstein *F* gestattet ein Reguliren des Zuges und ein Zusammenhalten der Hitze, wenn die Röhren zur Rothgluht gebracht sind.

Man füllt die Röhren übrigens nur bis zur Stelle *JJ'* und drückt den Ruß mit einem breiten Stößel sanft fest. Die Deckel bei *B* und *C* werden nach der Füllung rings um ihren vorstehenden Rand mit Lehmbrei luftdicht verstrichen; jene bei *C* haben in ihrer Mitte eine kleine Oeffnung, um den gebildeten Gasen den Ausgang zu gestatten. Man kann bei ihnen das Fortschreiten der Calcination beobachten, und verschließt sie mit dichten Stöpseln, wenn die Röhren erkalten sollen. In diesem Falle öffnet man natürlich auch die Feuerthüren *G* und *H*, sowie den Schieber *E* vollständig, wodurch ein kräftiger Luftzug hergestellt wird, der die Röhren bald auf die gewöhnliche Temperatur bringt. Während der Calcination entweichen aus den Oeffnungen der Deckel bei *C* brennbare Gase, und sobald dies aufgehört hat, und auch durch den Geruch das Auftreten von Gasen nicht mehr zu constatiren ist, kann dieselbe als beendigt betrachtet werden. Bevor man die Röhren entleert, entfernt man vorsichtig allen an den Deckeln anhaftenden Lehm und schiebt dann vermittelst des Stößels den Ruß in Säcke, welche man an der Oeffnung bei *B* befestigt hat.

Fig. 20.



Der Ruß, wie er aus den Kammern gezogen wird, bildet eine mehr oder weniger braunschwarze flockige Masse von ungeheurer Leichtigkeit und eigenthümlichem, sammetartigem Glanz, welcher um so stärker hervortritt, je weniger rein der Ruß ist, d. h. je mehr brenzliche Producte er enthält. Von dem geringen Gewicht eines guten Rußes kann man sich eine Vorstellung machen, wenn wir anführen, daß man durch eine mehrere Fuß hohe Schicht hindurchschreiten kann, ohne einen merklichen

Widerstand zu verspüren. Ist der Ruß von guter Qualität, d. h. ohne größere Mengen von Empyreuma, so fühlt er sich trocken an und läßt sich nicht ballen. Je unreiner er ist, desto leichter läßt er sich zusammendrücken, je reiner er ist, desto schwieriger läßt sich sein Volumen vermindern. Diese Eigenschaft des Rußes macht sich in empfindlicher Weise beim Packen der Waare geltend.

Der Versandt des Rußes geschieht theils in Säcken von wasserdichtem Stoff, theils in hölzernen Tönnchen und Fässern. Wir haben weiter oben beim Füllen der Calcinirtöpfe kurz erwähnt, daß diese Arbeit in der Weise ausgeführt wird, daß man den Ruß zunächst in Säcke füllt, diese zubindet und so lange treten läßt, bis derselbe sich zusammengeballt hat. Man füllt dann immer eine neue Quantität zu und fährt in gleicher Weise fort, bis der Sack voll ist. So verfährt man auch hier, und füllt schließlich die Säcke eventuell in Fässer um. Dies ist eine sehr zeitraubende Arbeit, die aber nicht umgangen werden kann, und für die ein vortheilhafteres Verfahren bis jetzt leider nicht gefunden werden konnte, so wünschenswerth und nutzbringend dies auch wäre.

Eine interessante Eigenschaft des Rußes hat Berthelot[1]) entdeckt. Nach ihm enthält der Ruß geringe Mengen von Graphit, und es bildet sich nach seinen Untersuchungen diese Form des Kohlenstoffs überhaupt, wenn auch in sehr untergeordneter Menge, bei der unvollständigen Verbrennung organischer Körper. Es ist nicht ganz unmöglich, daß dieser Umstand auf die Qualität mancher Rußsorten, für deren eigenthümliche Beschaffenheit man bis jetzt eine befriedigende Erklärung noch nicht gefunden hat, von ganz bestimmtem Einfluß ist.

Eine bekannte Eigenschaft des Rußes ist sein geringes Wärmeleitungsvermögen. Man hat auch hiervon schon Anwendung gemacht. Nach John Lawr. Lee[2]) wird Ruß entweder allein oder in Vermischung mit anderen Wärmenichtleitern, beziehungsweise in abwechselnder Schichtung mit solchen als Schutzmittel für Rohrleitungen (auch unterirdische) und Gefäße zur Verhütung von Wärmeverlusten durch Ausstrahlung und Ableitung, sowie zur Abhaltung von Feuchtigkeit, andererseits auch zur Verhütung von Wärmeeinwirkung angewandt. Die Röhren ꝛc. werden mit breiten, Ruß enthaltenden Schläuchen umwickelt, oder in mit Ruß ausgekleidete Umhüllungen eingebettet, wodurch eine vollkommene Isolirung erreicht wird.

Eine beschränkte Anwendung findet der Ruß in der Färberei und im Zeugdruck. Die Umstände, unter denen sich der Kohlenstoff chemisch abscheidet, sind nicht derartige, daß man davon bei diesen Operationen Gebrauch machen könnte. Auf manchen chinesischen Stoffen findet sich gleichwohl eine graue, nicht durch Albumin fixirte, aus Kohlenstoff bestehende Farbe, deren Natur man noch nicht festgestellt hat. Bei uns dient der Ruß ausschließlich im Zeugdruck zur Darstellung grauer Farbentöne, welche indessen mit Albumin befestigt werden müssen. Rein schwarze Nüancen lassen sich damit nicht erzielen, aber die graue Farbe, welche man mit dem Ruß erhält, ist im Allgemeinen dauerhafter als das Ultra-

---

[1]) Liebig's Jahresber. 1869, S. 240; Zeitschr. f. Chemie 1869, S. 217; Dingl. Journ. CXCIII, 154; Ber. d. d. chem. Ges. 1869, S. 57 und 77. — [2]) D. R.-P. Nr. 20067 vom 17. Mai 1882.

marinblau, mit welch letzterem der Ruß häufig gemischt wird, um ein Schwarz von bläulichem Ton zu liefern.

Eine hervorragende Rolle spielt der Ruß in der Fabrikation der Buchdruckfarben, welche zu ungefähr 25 Proc. daraus bestehen, und in ungeheuren Quantitäten verbraucht werden. Die Ein- und Ausfuhr an Druckerschwärze für das deutsche Zollgebiet betrug seit dem Jahre 1880:

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr
1880	51 600 kg	606 300 kg
1881	52 600 „	657 600 „
1882	47 700 „	709 200 „
1883	37 800 „	865 300 „
1884	38 300 „	839 000 „

Je nach seiner Natur und Herkunft findet der Flammruß natürlich zu sehr verschiedenen Zwecken Verwendung. Ruß aus Kienholz, Harz und Pech, als die gewöhnlichsten Sorten, werden als Anstrichfarbe von Tünchern benutzt; sie finden ferner Verwendung zur Fabrikation gewöhnlicher Wachstuche, zum Vermischen mit künstlichen Düngern, bei der Herstellung von sogenannten Mettlacher Plättchen, zur Erzeugung von Wichse und in der Gummifabrikation. Selten werden diese Ruße in calcinirtem Zustande verbraucht, weil der Zweck ihrer Anwendung dies nicht erheischt. Die Ruße aus Steinkohlentheer und Steinkohlentheerölen sind in der Qualität schon viel feiner und ihre Verwendung hängt von dem Grade ihrer Reinheit ab. So wird z. B. jener aus der sogenannten Feuerkammer, d. i. derjenigen, welche der Feuerstelle am nächsten liegt, weil er in Folge der hohen Temperatur jener Kammer wenig oder gar keine empyreumatischen Stoffe enthält, ausschließlich für Buch- und Steindruckfarben, zur Lackleder- und Leistenfabrikation verwendet, während jener aus den der Feuerstelle entfernter liegenden Kammern, weil er „fetter“ ist und eine größere Deckkraft besitzt, mit Vorliebe in der Fabrikation von Buntpapier, Tapeten, Wachstuch, Imitation japanesischer Waaren ꝛc. verbraucht wird. In calcinirtem Zustande verwendet man den Oel- und Theerruß nur zu feineren lithographischen Farben, zum Grundiren in Goldleistenfabriken und dergleichen mehr.

Der Preis des Rußes schwankt natürlich sehr mit seiner Qualität. Die gegenwärtigen Durchschnittspreise sind etwa die folgenden:

Kienruß	32	bis	38	Mk. pro	100 kg
Pechruß	50 „		55	„ „	100 „
Theer- und Oelruß, gelb durchschlagend	70 „		80	„ „	100 „
do. do. weiß „	120 „		130	„ „	100 „
do. do. feinst calcinirt	170 „		180	„ „	100 „

Dabei bezahlt man für das Rohproduct folgende Preise:

Theer	1	Mk. bis	1,50	Mk. pr. 100 kg
Oel	4	„		„ 100 „
Pech	1,50	„		„ 100 „

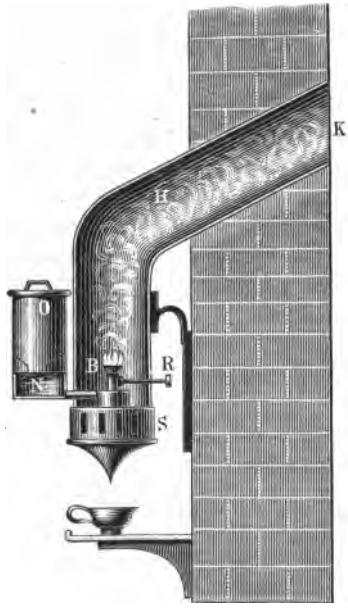
alles ab Fabrik.

4. Die Fabrikation von Lampenruß.

Man versteht unter „Lampenruß“ eine besonders feine Sorte Ruß, welche, wie schon der Name andeutet, gewonnen wird, wenn man geeignete flüssige oder gasförmige Materialien in besonders construirten Lampen verbrennt.

Die einfachste und schon in den frühesten Zeiten gebräuchliche Art der Darstellung von Lampenruß war aus der Erkenntniß hervorgegangen, daß sich ein kalter Gegenstand mit Ruß beschlägt, wenn man ihn über eine leuchtende Flamme hält. Man nahm metallene Deckel und hing dieselben über den rußenden Lampen auf. Sobald die darauf abgesetzte Rußschicht dick genug war, wurden dieselben abwechslungsweise durch andere ersetzt, und unterdessen der abgeschiedene Ruß in Büchsen gesammelt. Diese Art der Darstellung soll neueren Autoren zufolge (vergl. Gentele, Lehrbuch der Farbenfabrikation, II. Aufl., S. 395) noch heute an vielen Orten bei uns ausgeführt werden, und ist auch in China noch in großem Maßstabe in Gebrauch, um aus Kampher den zur Erzeugung der chinesischen Tusche erforderlichen, außerordentlich feinen und zarten Lampenruß zu gewinnen.

Fig. 20.



Es ist klar, daß Arbeit und Materialverlust sehr bald dazu führen mußten, geeignetere Apparate zu construiren, welche ein mehr continuirliches und auch in quantitativer Hinsicht vortheilhafteres Arbeiten gestatten. Im Laufe der Zeit haben sich nun in Folge dieser Bestrebungen zwei Verfahren ausgebildet, welche beide in großartigem Maßstabe betrieben werden und wovon das eine darauf basirt, den Ruß in Kammern abzuscheiden, während das andere auf das ursprüngliche System der Condensation des Rußes an metallischen Flächen zurückgreift, dabei aber ebenfalls ein continuirliches Arbeiten ermöglicht.

Was nun zunächst die Construction der Lampen anbelangt, in welchen die einzelnen Rußmaterialien zur Verbrennung gelangen, so muß dieselbe selbstverständlich eine andere sein, als die unserer gewöhnlichen Leuchtlampen. Während diese den Zweck verfolgen, möglichst viel Kohlenstoff in der Flamme zum Verbrennen zu bringen, handelt es sich hier darum, nur so viel Kohlenstoff verbrennen zu lassen, als unumgänglich nöthig ist, um das Weiterbrennen der Flamme nicht unmöglich zu machen. Ferner ist hier darauf Rücksicht zu nehmen, daß man die

Temperatur der Flamme nicht zu hoch steigen läßt, um ein Verbrennen des bereits ausgeschiedenen Rußes zu vermeiden.

Wir geben in Nachfolgendem die Construction dieser Lampen (Fig. 20) sowie die Beschreibung verschiedener Vorrichtungen, welche zum Speisen derselben im Gebrauche sind. Diese Lampen dienen zum Verbrennen flüssiger Substanzen; es ist selbstverständlich, daß dieselben bei entsprechender Abänderung auch benutzt werden können zum Verbrennen leicht schmelzbarer Stoffe, wie es andererseits auch wohl überflüssig ist, darauf hinzuweisen, daß zum Verbrennen gasförmiger Substanzen die Construction der Brenner eine wesentlich einfachere sein kann.

Die zum Rußbrennen benutzten Lampen haben Flachbrenner und müssen in ein Gehäuse eingeschlossen sein, welches mit einem sehr genau gearbeiteten Registerschieber versehen ist. Um ein zu starkes Erhitzen des Brennmaterials zu verhüten, ist es nothwendig, den Behälter mit dem Brennmaterial außerhalb des Blechmantels anzubringen, mit dem der Brenner umgeben ist.

Der Flachbrenner *B* der Rußlampe steht in der aus Fig. 20 ersichtlichen cylinderförmigen Blechröhre *H*, die, im stumpfen Winkel gekrümmt, nach dem Kammersystem *K* führt, wo sich der Ruß absetzt. Die Form dieses Blechrohrs ist wichtig, sie darf nicht kniefömig im rechten Winkel nach der Kammer führen, weil sich sonst an der hierdurch entstehenden Kante eine Menge Ruß ansetzt, der dann abfällt und theils in der Flamme verbrennt, theils sich auf der unteren Fläche des Blechcylinders ablagert, wodurch der Zug in den Kammern empfindlich gestört wird.

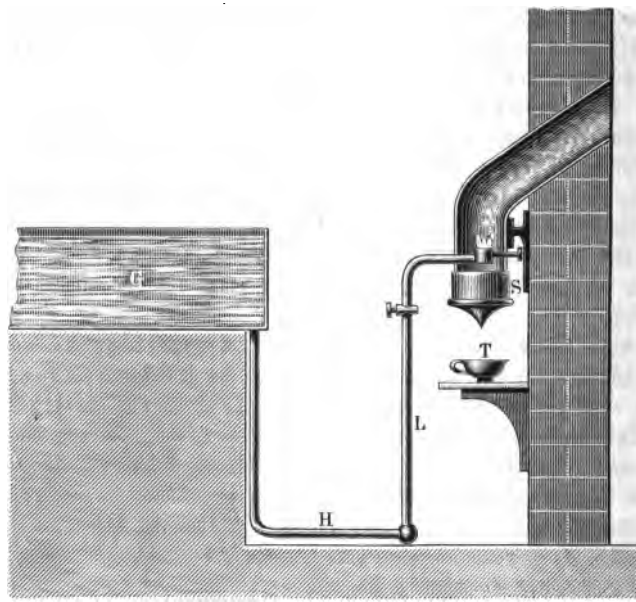
An dem untern Theile der Blechröhre ist der Registerschieber *S* angebracht, welcher leicht drehbar sein muß; je größer man die durch die Umdrehung dieses Schiebers entstehenden Spalten macht, desto mehr Sauerstoff kann zur Flamme dringen und umgekehrt. Man hat also die Leitung der Verbrennung ganz in seiner Gewalt. An einer Stelle des Mantels der Blechröhre ist eine kleine, gut schließende Thür angebracht, welche den Zugang zum Docht vermittelt; ihr gegenüber befindet sich ein kleines Fenster, um die Verbrennung beobachten zu können. Die Schraube *R* dient zum Heben oder Senken des Dochtes.

Die Oelbehälter *O* befinden sich, wie bereits erwähnt, außerhalb des Brennraumes. Bei älteren Lampenconstructionen haben dieselben die Einrichtung, daß der Docht das Brennmaterial auffaugt, was eine große Aufmerksamkeit von Seiten des Arbeiters erfordert. Er muß darauf achten, daß die Behälter stets die nöthige Menge Oel enthalten; übersieht er dies, so kohlt der Docht der Lampe, und es findet, sehr zu Ungunsten des Productes, trockene Destillation statt, welche den Ruß verunreinigt und schmierig macht. Bei der großen Anzahl von Lampen, welche der Arbeiter zu überwachen hat, kann dieser Umstand auch dem zuverlässigsten passiren. Bei der hier abgebildeten Construction findet das Abfließen des Brennmaterials erst dann wieder statt, wenn der Flüssigkeitsspiegel unter die Linie *N* gesunken ist. Sobald etwas Oel verbraucht ist, strömt entsprechend Luft in den Behälter *O*, wofür so lange Brennmaterial ausfließt, bis die Oeffnung *N* durch die Flüssigkeit wieder abgesperrt wird. Diese Construction erfordert dünnflüssige Oele und große Aufmerksamkeit.

Selbst die besten Lampenconstructionen für flüssiges Brennmaterial haben mehr oder weniger Nachtheile aufzuweisen, welche hauptsächlich in der fortwährend nöthigen Reinigung und in den Verlusten an Material zu suchen sind, welche durch das Füllen der Lampen verursacht werden. Diesen Uebelständen hat man theilweise abgeholfen durch Construction einer automatischen Speisevorrichtung für die ganze Anzahl Lampen zugleich. Dadurch hat man erreicht, daß der Arbeiter nur ein einziges Oelgefäß zu überwachen hat, und seine ganze Aufmerksamkeit auf den Brand der Lampen concentriren kann.

Bei Anwendung der automatischen Speisevorrichtung müssen selbstverständlich die einzelnen Lampen unverrückbar festgestellt sein, und die Brenner sämmtlich in

Fig. 21.



einer Horizontalebene liegen. Von jedem Brenner führt ein Rohr *L* ab zu dem gemeinschaftlichen Rohre *H*, welches, mit dem Reservoir *G* communicirend und unter den Lampen hinlaufend, diese fortwährend mit dem nöthigen Oel versieht. Das Reservoir *G* seinerseits ist mit Hülfe eines Schwimmers dermaßen mit einem Vorrathskessel in Verbindung gesetzt, daß aus diesem letzteren stets so viel Oel in ersteres nachfließt, als verbraucht worden ist. Dies erreicht man dadurch, daß man den Schwimmer mit dem Ablaufhahn am Vorrathskessel verbindet; sinkt das Niveau im Reservoir, so öffnet sich automatisch der Hahn. Hat es seine ursprüngliche Höhe wieder erreicht, so ist mit ihm auch der Schwimmer gestiegen und hat den Hahn geschlossen. Es ist hierzu erforderlich, daß dieser Hahn sehr leicht beweglich ist und dennoch dicht schließt, Bedingungen, welche im gegebenen Falle sich allerdings sehr leicht erreichen lassen, da die öligen Flüssigkeiten, welche

man verarbeitet, den Hahn fortwährend schmieren und dieselben an und für sich eine geringe Viscosität besitzen.

Um eine genügende Menge Brennmaterial zuzuführen, ist es erforderlich, daß das Niveau der Flüssigkeiten im Reservoir um ein sehr geringes höher liegt, als die Oeffnung der Brenner überhaupt. Der geringe hydrostatische Druck, der dadurch erzielt wird, genügt, um den Zufluß des Brennmaterials so zu reguliren, daß davon gerade so viel zufließt, als verbrannt wird. Es ist indessen nicht so einfach, diesen Zufluß schon zu Beginn der Arbeit so zu reguliren, daß kein Abtropfen stattfindet, namentlich, wenn man mit einem neuen Brennmaterial arbeitet, dessen Eigenschaften in dieser Beziehung man noch nicht kennt. Für diesen Fall versieht man das untere Ende des Registerschiebers *S* mit einem trichterförmigen Boden, welcher das überlaufende Oel in ein untergestelltes Gefäß *T* sammelt.

Was die Weite der Zuleitungsröhren für das Brennmaterial anbelangt, so richtet sich dieselbe ganz nach der Natur der Oele. Bei Theerölen und überhaupt dünnflüssigen Mineralölen können dieselben ziemlich eng sein; bei dickflüssigen Oelen hingegen empfiehlt es sich, weite Röhren anzuwenden, weil diese Oele in engen Röhren sich zu langsam fortbewegen. Man kann sich in diesem Falle auch der Wärme als Verdünnungsmittel bedienen, denn es ist bekannt, daß dickflüssige Oele in der Wärme viel liquider werden. Es empfiehlt sich daher, das Oelreservoir von abziehenden Feuergasen umstreichen zu lassen, oder, wenn dies aus irgend welchen Gründen nicht ausführbar sein sollte, dasselbe mit einer kleinen Feuerung zu versehen.

Wenn es sich darum handelt, Oele von leichter Entzündbarkeit auf Ruß zu verbrennen, so kann die Construction der Lampen noch eine einfachere sein; man bedarf hier keiner Dochte, und erspart hierdurch ziemlich viel an laufenden Ausgaben. An Stelle der Brenner treten in diesem Falle flache Schalen, denen das Oel durch eine Röhre am Boden zugeführt wird; es ist aber besonders darauf zu achten, daß sich der Inhalt der Schalen nicht so sehr erhitzt, daß ein Theil des Oels verdampft, ohne zu brennen. Deshalb müssen dieselben von einem Kühlmantel umgeben sein, durch den fortwährend kaltes Wasser fließt.

Schließlich verdient noch bemerkt zu werden, daß es zweckmäßig ist, das Oelreservoir nicht in demselben Raume aufzustellen, in welchem die Verbrennung stattfindet, und es auf alle Fälle mit einem dicht schließenden Deckel, der nur ein kleines Luftloch hat, zu versehen. Auf diese Weise vermindert man die Feuergefährlichkeit der Anlage und schützt die Rohrleitungen und Brenner vor Verstopfungen durch Staub und Ruß.

Der mit Hülfe vorstehend beschriebener Verbrennungsvorrichtungen erzeugte Ruß kann nun, wie bereits erwähnt, entweder in einem Kammersystem oder auf kalten Metallflächen condensirt werden. Für ersteren Fall sind dieselben Einrichtungen gebräuchlich, wie sie unter dem Capitel „Flammruß“ eingehend geschildert worden sind. Die Lampen werden in genügender Anzahl in der aus den Figuren 20 und 21 ersichtlichen Weise vor den Kammern angebracht, und der Zug in den letzteren entsprechend regulirt.

Die Construction der Kammern wechselt hier eben so sehr, wie wir dies beim Flammruß gesehen haben, und auch ihre Dimensionen im Verhältniß zur Anzahl

der im Gebrauch befindlichen Lampen sind sehr verschieden. Im Allgemeinen läßt sich sagen, daß bei der Erzeugung von Lampenruß in Kammern eine bessere Condensation stattfindet wie bei Flammruß, weil die Registerschieber an den einzelnen Lampen eine viel bessere Zugregulirung gestatten, wie die Schieber und Feuerthüren großer Feuerungen. Man wird darum die Größenverhältnisse der Kammern beim Lampensystem im Allgemeinen kleiner wählen dürfen.

Ein anderes System der Condensation, das indessen mit dem Kammersystem große Aehnlichkeit hat, ist bei dem Apparate von Martin und Grafton in Anwendung, der in England hauptsächlich im Gebrauch sein und einen sehr guten Ruß liefern soll. Der Apparat besteht der Hauptsache nach aus einer liegenden Röhre, welche an der Seite mit einer größeren Anzahl (8 bis 10 und selbst mehr) nach aufwärts gebogener Röhrchen mit Dochten versehen ist oder aus ebenso vielen einzelnen Oellampen *A* mit selbstthätiger Speisevorrichtung. Diese saugen das Oel auf, welches beim Anzünden mit stark rußender Flamme verbrennt. Ueber jedem Brenner befindet sich ein Metalltrichter *B*, welcher die Rußgase auffammelt und durch ein Rohr in eine für alle Brenner gemeinschaftliche horizontale Röhre *C* leitet. Um ein möglichstes Abkühlen der heißen Rauchgase zu erzielen und die Abscheidung des Rußes zu begünstigen, steht diese Röhre noch mit zwei Parallelröhren von gleichen Dimensionen und dazwischen gelegten Kasten, welche jedoch in der Zeichnung (Fig. 22 und 23 weggelassen worden sind, in Verbindung, in welchen sich nach und nach immer feinere Rußtheilchen absetzen. Aus dem letzten Kasten gelangen die Gase durch eine Röhre in ein System von 70 bis 80 vertical aufgehängten leinenen Säcken *D* von ca. 90 cm Weite und $5^1/_2$ m Länge, die abwechselnd oben und unten durch weite Röhren mit einander verbunden sind. Im Ganzen sind immer sechs bis acht Säcke hinter einander angebracht, in welchen sich der Kienruß ablagert.

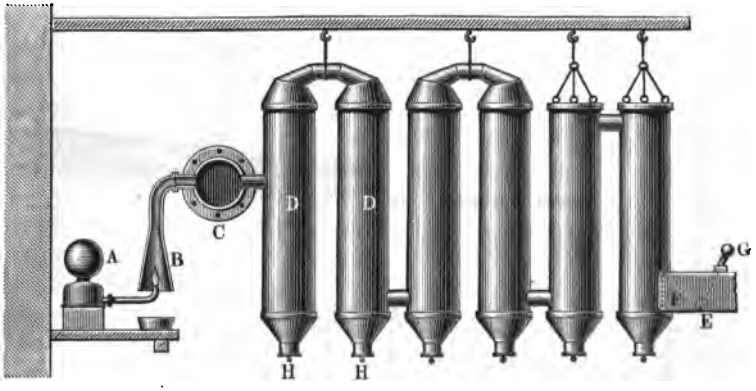
An dem unteren Ende jedes letzten Sackes ist ein horizontaler Canal *E* angebracht, in welchem die letzten Reste des mitgerissenen Rußes durch Drahtnetze *F* zurückgehalten werden. Diese befinden sich auf Rahmen gespannt, welche mit Scharnieren und Zugstangen *G* versehen sind, so daß sie beim Verstopfen durch angesetzten Ruß durch kräftiges Hin- und Herbewegen gereinigt werden können. Das Ende des Canals mündet in einen Kamin, an welchem man den Zug durch Schieber nach Belieben reguliren kann.

Das Entleeren des Apparates geschieht bei den Röhren und Kästen vermittelst Schieber und bei den Säcken einfach in der Weise, daß man Gefäße unterstellt, den Verschluß *H* entfernt und die letzten Reste des Rußes durch Klopfen der Säcke von außen mit einem Stocke entfernt. Die Condensation des Rußes in diesem Apparate soll eine vorzügliche sein, weil sich der Ruß bekanntlich auf der rauhen Oberfläche des Tuches viel besser niederschlägt, als auf glatten eisernen oder steinernen Flächen.

Auf den ersten Blick scheint dies Verfahren sehr einfach zu sein; allein es erfordert unzweifelhaft eine große Aufmerksamkeit des Arbeiters. Die Flammen dürfen weder zu groß noch zu klein sein; im ersten Fall können die Verbrennungsgase nicht genügend abkühlen, gelangen zu heiß in die Säcke und verbrennen dieselben; im zweiten Fall ist die Qualität des Rußes, den man erhält, gering.

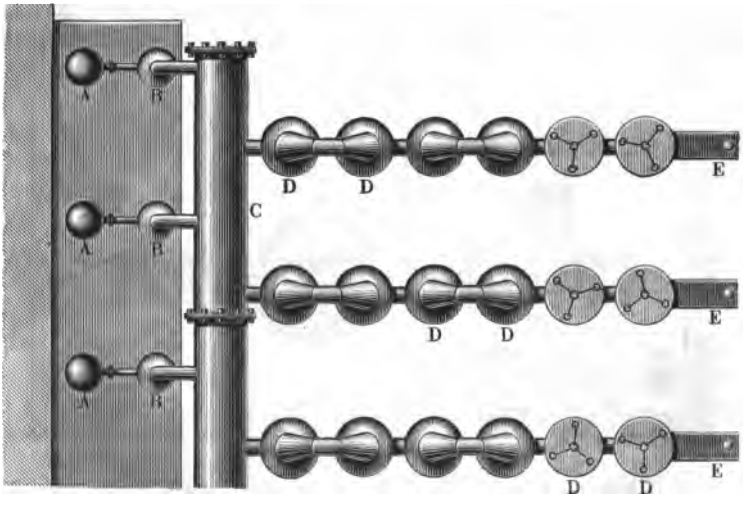
Der Apparat hat den Vortheil, daß man die Producte in den verschiedenen Säcken getrennt auffangen kann, und auf diese Weise verschiedene Qualitäten erzielt. Indessen dürfte der Betrieb einer Rußfabrik nach diesem System durch

Fig. 22.



die Zerstörung der Säcke und die große Feuersgefahr doch ein kostspieliger und nicht ganz einfacher werden. Die Condensation in gemauerten Kammern ist daher unzweifelhaft vorzuziehen.

Fig. 23.

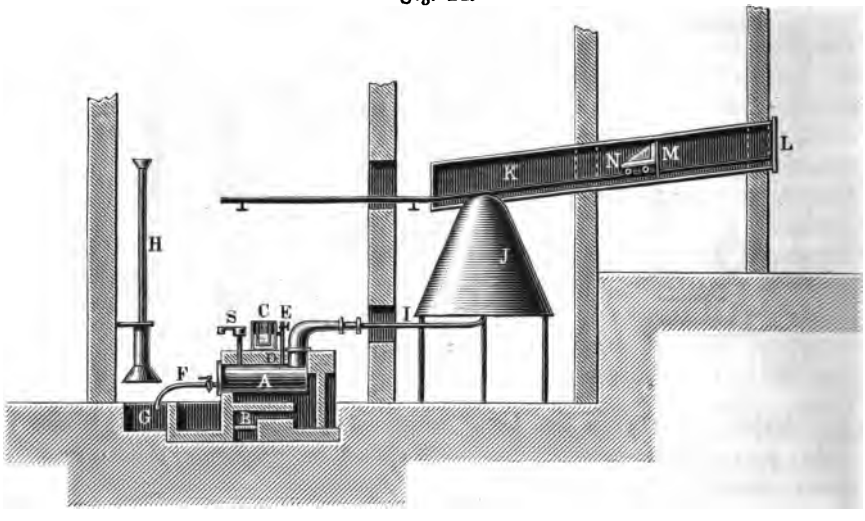


In der letzten Zeit haben Lorilleux fils[1]) in Paris ein Patent auf ein ganz neues Verfahren der Lampenrußfabrikation genommen, das auf der Ver-

[1]) Moniteur des Prod. chim. VIII, 190.

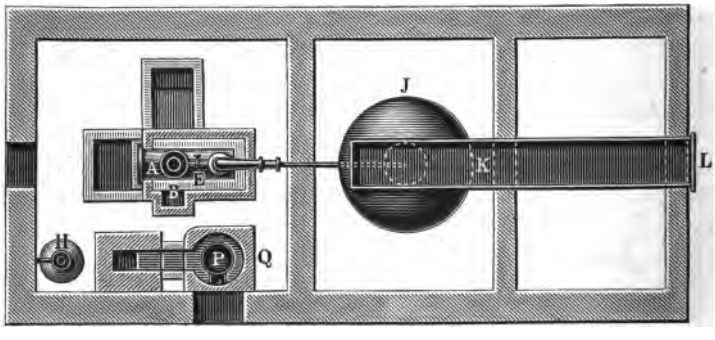
gaſung der zu verarbeitenden kohlenſtoffhaltigen Materialien beruht mit darauf folgender Condenſation des durch unvollſtändige Verbrennung der Gaſe gebildeten Rußes in einem Kammerſyſtem. In einer Retorte *A* (Fig. 24 und 25, einer Gasretorte ähnlich, werden die zum Verbrennen beſtimmten Materialien mit Hülfe

Fig. 24.



der Feuerung *B* vergaſt. Dieſe Subſtanzen befinden ſich in einem Recipienten *C*, von welchem ſie durch das Rohr *D* in continuirlichem Strahl in die Retorte fließen;

Fig. 25.



ein Ventil *E* dient zum Reguliren des Zulaufs. Der Recipient *C* iſt doppelwandig; zwiſchen beiden Wandungen befindet ſich Waſſer, welches durch die Hitze der Retorte im Kochen gehalten wird; er dient alſo als Vorwärmer, um die zu verarbeitenden Materialien in einem paſſenden flüſſigen Zuſtande zu erhalten. Ein Sicherheitsventil *S* regulirt den Druck in der Retorte. Von Zeit zu Zeit werden durch den Hahn *F* die Rückſtände aus der letzteren abgelaſſen und ſammeln ſich in der

Grube *G*; die Gase, welche dieselben etwa noch ausstoßen, entweichen durch das Kamin *H*.

Die Producte der Destillation passiren das Rohr *I* und werden an dem aufwärts gebogenen Ende desselben entzündet; sie brennen in der Basis des Sammlers *J*, welcher aus einem breiten, abgestumpften Kegel besteht. Derselbe ruht auf Füßen von T-Eisen, und ist an seinem oberen Ende mit dem schwach ansteigenden Blechcanal *K* verbunden. Dieser Canal *K* führt die Rußgase in die Condensationskammern *L*, welche in der Zeichnung nur angedeutet sind, und aus begreiflichen Gründen ziemlich große Dimensionen haben.

Um den Ruß, welcher sich etwa schon im Canal *K* abscheiden könnte, zu entfernen, ist im Innern desselben der Abkratzer *M* angebracht, der sich auf dem Wagen *N* hin- und herbewegen läßt. Während des Ganges der Operation befindet sich derselbe am unteren Ende des Canals, unterhalb des Sammlers *J*; wenn man ihn im gegebenen Moment bis ans andere Ende des Canals fortschiebt, treibt er allen darin angesetzten Ruß vor sich her und entleert ihn in die Condensationskammer *L*.

Für feste, aber schmelzbare Kohlenstoffverbindungen hat man noch einen Schmelzkessel *P* aufgestellt, in welchem man mit Hülfe des Feuers aus der Feuerung *B* die Materialien verflüssigt. Dieser Kessel ist eingemauert in den Ofen *Q*, und zwar so, daß sein Inhalt durch ein geeignetes Rohr direct in den Recipienten *C* fließt, sobald man den zu diesem Zwecke angebrachten Hahn öffnet.

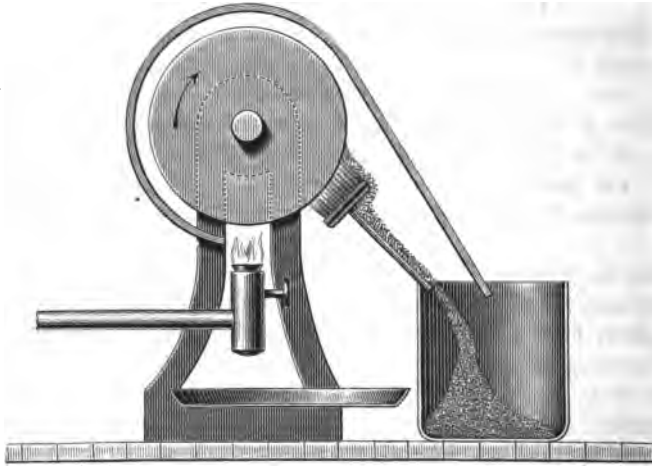
Ueber die Resultate, die mit diesem Verfahren in der Praxis erzielt worden sind, sind noch keine Mittheilungen in die Oeffentlichkeit gedrungen, allein man muß zugeben, daß die Anordnung des Apparates eine zweckmäßige, und die Art der Verbrennung eine erfolgversprechende und auf gesunden Principien beruhende ist. Die Wahl des zu verarbeitenden Materials wird man freilich danach einrichten müssen, daß dasselbe nicht zu viel Destillationsrückstände ergiebt und diese in flüssiger Form aus der Retorte entfernt werden können.

Die praktische Anwendung der längst bekannten Beobachtung, daß sich ein kalter Gegenstand mit Ruß beschlägt, wenn man ihn in eine leuchtende Flamme hält, hat, wie bereits erwähnt, zu einem weiteren Verfahren der Rußfabrikation geführt, welches viel für sich hat, und namentlich den großen Vorzug besitzt, daß zu seiner Ausführung nicht kostspielige Anlagen erforderlich sind, sondern daß die Fabrikation auch in beschränktem Raume ausgeführt werden kann. Prechtl hat den Vorschlag gemacht, um diese Fabrikation zu einer continuirlichen zu machen, die Lampen unter einem rotirenden eisernen Cylinder anzubringen, der von innen mit Wasser gekühlt werden kann, und an welchen sich dann der Ruß anlegt. Auf der Seite des Cylinders streift eine Bürste den angesetzten Ruß in ein Reservoir ab, und der Cylinder kommt wieder kalt an der Flamme an. Gentele[1]) glaubt, daß es noch vortheilhafter sein würde, wenn die Lampen in dem Cylinder brennen würden; wir werden später sehen, daß auch diese Idee benutzt worden ist.

[1]) Lehrbuch der Farbenfabr., 2. Aufl., S. 395.

Einen einfachen Apparat zur Fabrikation von Lampenruß nach diesem Verfahren zeigt Fig. 26 im Durchschnitt. Ein gußeiserner, dünnwandiger, glatt abgedrehter Cylinder ruht auf einer hohlen Achse in Lagern und ist umgeben von einem Blechmantel, welcher die äußere Luft von dem darauf abgesetzten Ruß abhält und ein Verschleudern desselben verhütet. Durch die eine Seite der hohlen Achse fließt fortwährend kaltes Wasser ein, welches auf der anderen Seite wieder abfließt. Unter dem Cylinder sind die rußenden Flammen aufgestellt, und seitlich von denselben befindet sich eine Abkratzvorrichtung von Leder oder einem anderen passenden Material, welche den an der Mantelfläche abgesetzten Ruß fortwährend abstreift, und über eine stark geneigte Blechfläche in einen Sammelkasten fallen läßt. Durch einen geeigneten Antrieb wird der Cylinder fortwährend in langsamer Umdrehung erhalten. Durch irgend eine der erwähnten Vorrichtungen

Fig. 26.



wird die Speisung der Lampen in automatischer Weise besorgt. Die Vorzüge dieses Apparates sind einleuchtend, wenngleich auch die Primitivität desselben Verluste mannigfacher Art bedingen muß. Durch weitere Ausbildung des Verfahrens sind dann im Laufe der Zeit alle die Apparate entstanden, die wir in Folgendem beschreiben wollen, und die zum Theil von großer Vollkommenheit sind.

In erster Linie mag hier der Apparat von Otto Thalwitzer[1]) in Halle a. S. erwähnt sein, welcher, aus bescheidenen Anfängen hervorgegangen, nach und nach so wesentlich verbessert wurde, daß er heute wohl bezüglich der Verbreitung unter diesen Apparaten obenan steht. Ursprünglich diente der Apparat zur Erzeugung von Lampenruß aus Oel, als aber mit der Zeit für diese, obwohl hohen, doch nicht den höchsten Anforderungen entsprechende Qualität ein lohnender Absatz nicht mehr zu finden war, mußte derselbe entsprechend umgebaut werden.

---

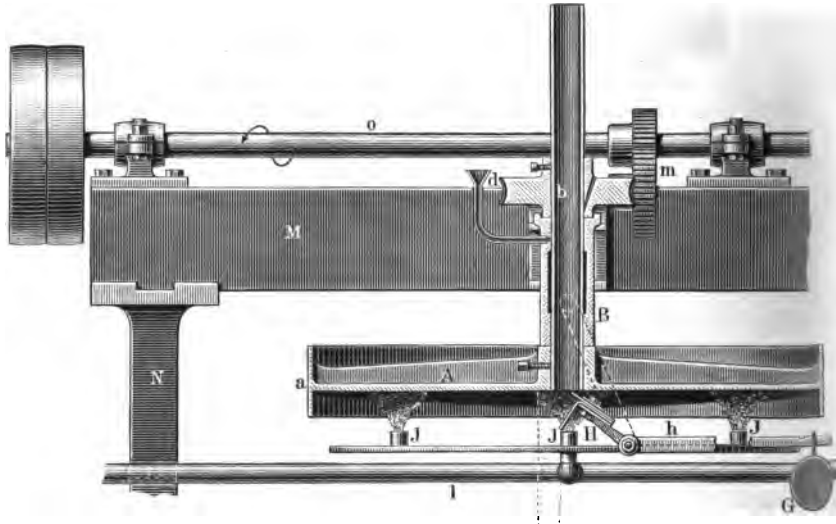
[1]) D. R.-P. Nr. 9426 vom 26. September 1879 und 13691 vom 6. October 1880. Wagner's Jahresber. 1880, S. 795. Dingl. Journ. CCXXXVII, S. 132. Chem. Ind. 1881, S. 204.

Fig. 27.

Es war bekannt, daß durch unvollständige Verbrennung von gasförmigen Körpern ein ungleich feineres Product zu erzielen sei als von flüssigen; aus Amerika wurde ein solches unter dem Namen „Diamantschwarz“ importirt, welches aus natürlichen Gasen auf die einfachste Weise erzielt wurde, und dem deutschen Fabrikate erheblich Concurrenz machte. Deshalb dient in neuester Zeit der Thalwitzer'sche Apparat hauptsächlich zur Erzeugung von Gasruß. Geringere Qualitäten werden durch Mischen oder aus Oelen auf die seitherige Weise hergestellt.

Der Apparat in seiner gegenwärtigen vervollkommneten Form ist in Fig. 27 (a. v. S.) und 28 abgebildet. Die sauber abgedrehte Platte *A*, mit Rand *a*, welcher, nach oben gehend, den Wasserbehälter bildet, nach unten gehend, den Zug von der Flamme abhält, ist an einer verticalen hohlen

Fig. 28.

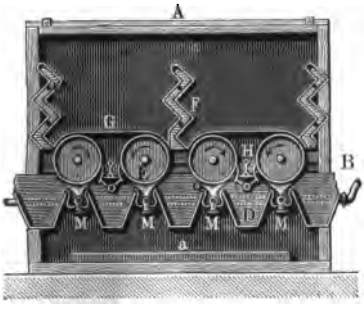


Achse *b* befestigt, welche zu gleicher Zeit dazu dient, die Verbrennungsgase abzuführen. Diese Achse ist in dem Gußkörper *B* gelagert, und trägt ein Schneckenrad *d*, das durch die Schnecke *f* in Umdrehung versetzt wird. Die Gußkörper *B* sind an einem eisernen Träger *M* befestigt, welcher seinerseits wieder auf einem ebensolchen *N* montirt ist. *M*, auf welchem gleichzeitig die Transmissionswelle *o* gelagert ist, trägt eine ganze Reihe einzelner Apparate, welche sämmtlich durch Zahnräder *m* vermittelst der Schnecke *f* von *o* in Bewegung versetzt werden. Die Platte *A* wird durch Wasser gekühlt, welches in dem Maße, wie es verdampft, durch Zuleitung von frischem Wasser ersetzt wird. Die Temperatur dieses Wasserbades beträgt fortwährend 100° C.; es wird dadurch erreicht, daß der sich niederschlagende Ruß keine Destillations- oder Verbrennungsproducte absorbiren und ohne vorherige Calcination direct in den Handel gebracht werden kann.

Unter der Platte *A* ist ein Complex von Lampen *J* angeordnet, welche durch Rohr *l* gemeinschaftlich gespeist werden. Bei der Fabrikation von Oelruß steht dieses letztere mit einem Oelbehälter von constantem Niveau in Verbindung, so daß auch in diesem Falle eine Regulirung der einzelnen Flammen nicht erforderlich ist. Für die Verbrennung von Gas sind die Brenner besonders construirt, und gestatten die Fabrikation verschiedener Qualitäten von Ruß. Der Schaber *H* ist an einem gebogenen Arme befestigt, der an den Gußkörper *B* geschraubt ist, und wird durch Hebel *h* und Gegengewicht *G* gegen die berußte Fläche gedrückt. Die Verbrennungsproducte entweichen durch die hohle Achse *b*. Der abgestrichene Ruß fällt in den Sammeltrichter *T* und gelangt von diesem durch das Rohr *W* in das Blechgefäß *S*, aus welchem er von Zeit zu Zeit entfernt wird.

Was die Leistungsfähigkeit eines solchen Apparates anbelangt, so consumirt derselbe bei einem Durchmesser der rotirenden Platte von 80 cm in 24 Arbeitsstunden 8 cbm Gas und producirt daraus 700 bis 1500 g Gasruß, je nach der Qualität des letzteren. Wird Oel direct auf Ruß verbrannt, so beansprucht ein Apparat in der gleichen Zeit 15 bis 20 kg Oel und liefert 20 bis 25 Proc. davon an Ruß. Mit Rücksicht auf diese verhältnißmäßig kleinen Quantitäten von Ruß, die ein einzelner Apparat zu erzeugen im Stande ist, ist natürlich die Aufstellung einer ganzen Reihe derselben erforderlich. Um einen Begriff zu geben von dem Umfange, in welchem derartige Anlagen ausgeführt werden, füge ich noch einige Mittheilungen hier an, die ich der Güte des Herrn Thalwitzer verdanke. Danach arbeitet die Firma A. Biermann u. Co. in Halle mit 120 Apparaten, consumirt 10000 Ctr. schweres Mineralöl und producirt circa 500 Ctr. Gasruß. Es haben ferner die Firmen:

Fig. 29.



Jänecke u. Schneemann in Hannover	150
Hartmann in Celle	50
Frey u. Sennig, Leipzig	50
Fischer u. Naumann in Ilmenau	50

Apparate im Gebrauch.

Während bei dem vorstehend beschriebenen Apparat die Condensation des Rußes auf einer rotirenden Platte erfolgt, hat man bei einem Apparate (Fig. 29), wie er in Amerika gebräuchlich ist [1]), hierzu ein System von sich drehenden Cylindern *E* benutzt, unter denen die Lampen *M* brennen. Der sich auf den Cylindern sammelnde Ruß wird vermittelst der federnden Schaber *H* abgekratzt und fällt in den Vorrathsraum, resp. in die Behälter *D*. Den Lampen wird durch das Rohr *B* das erforderliche Oel zugeleitet. Der Verbrennungsraum ist oberhalb der rotirenden

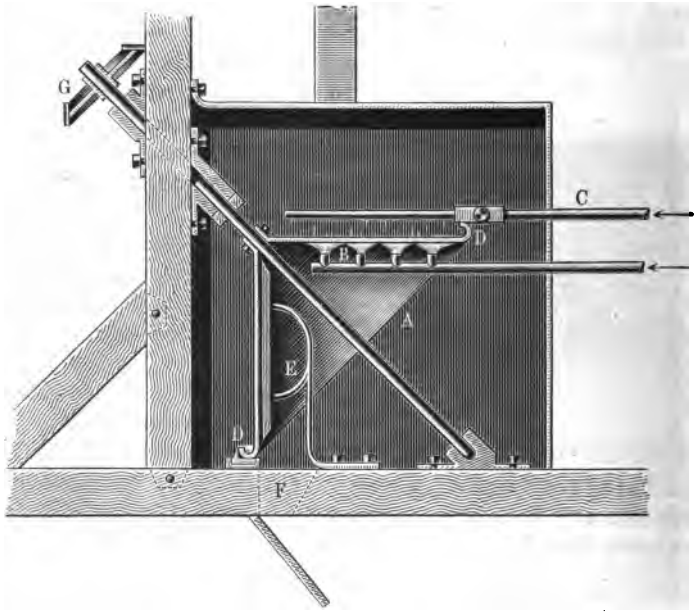
[1]) Papier-Zeitung 1884, S. 1592. Wagner's Jahresber. 1884, S. 1159.

Cylinder durch die Blechwand *G* abgegrenzt. Die entweichenden Verbrennungsgase enthalten noch viel Ruß, und werden zur Abscheidung desselben durch die zickzackförmigen Schornsteine *F* geleitet. In diesen Schornsteinen sind an einer Welle *b* Abklopfer angebracht, die das sich absetzende Schwarz lockern, so daß es ebenfalls in die Sammelgefäße *D* gelangt.

Unter den Behältern *D* steht der Kasten *a*, welcher das etwa daneben fallende Lampenschwarz aufnimmt.

Ein weiterer Apparat (Fig. 30) ist von G. G. Shaemaker in Edinburg Pa. construirt und patentirt worden. Das Wesentliche der Erfindung besteht in einer Reihe von geneigten, um ihre Achse rotirenden Hohlkegeln *A* mit geöffneter Basis,

Fig. 30.



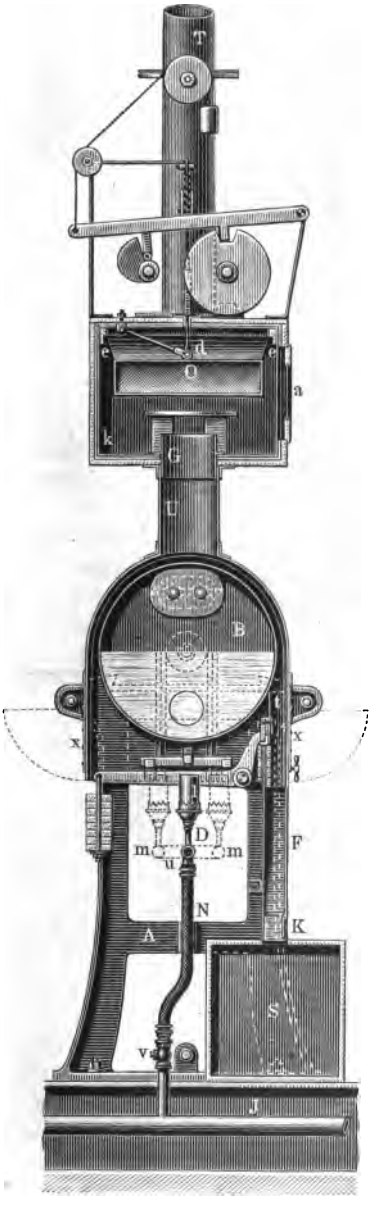
innerhalb welcher Brenner *B* so angebracht sind, daß die Flamme gegen die obere Seite des Kegels schlägt. Oberhalb eines jeden Kegels befindet sich parallel der Längsseite desselben ein perforirtes Rohr *C*, von welchem aus der Kegel durch Wasser gekühlt wird. Der Kegelmantel ist an der Basis nach außen umgebogen, so daß sich rund um denselben eine Art Rinne *D* bildet, aus welcher das Wasser in einen für eine Reihe von Apparaten gemeinschaftlichen Canal abläuft. Durch feststehende Schaber *E* wird der Ruß aus den einzelnen Kegeln entfernt, und durch Canäle *F* nach einem gemeinschaftlichen Sammelgefäße gebracht. Der Antrieb des Apparates erfolgt durch Zahnrad *G*.

Eine Vervollkommnung der von Prechtl gegebenen Idee ist der Apparat (Fig. 31 und 32) von Rob. Dreyer[1]) in Halle a. S. (D. R.-P. 29261).

[1]) Wagner's Jahresber. 1884, S. 1157. Dingl. Journ. 255, 247. Chem. Ind. 1885, S. 21. Techn. chem. Jahrb. 1884/85, S. 409.

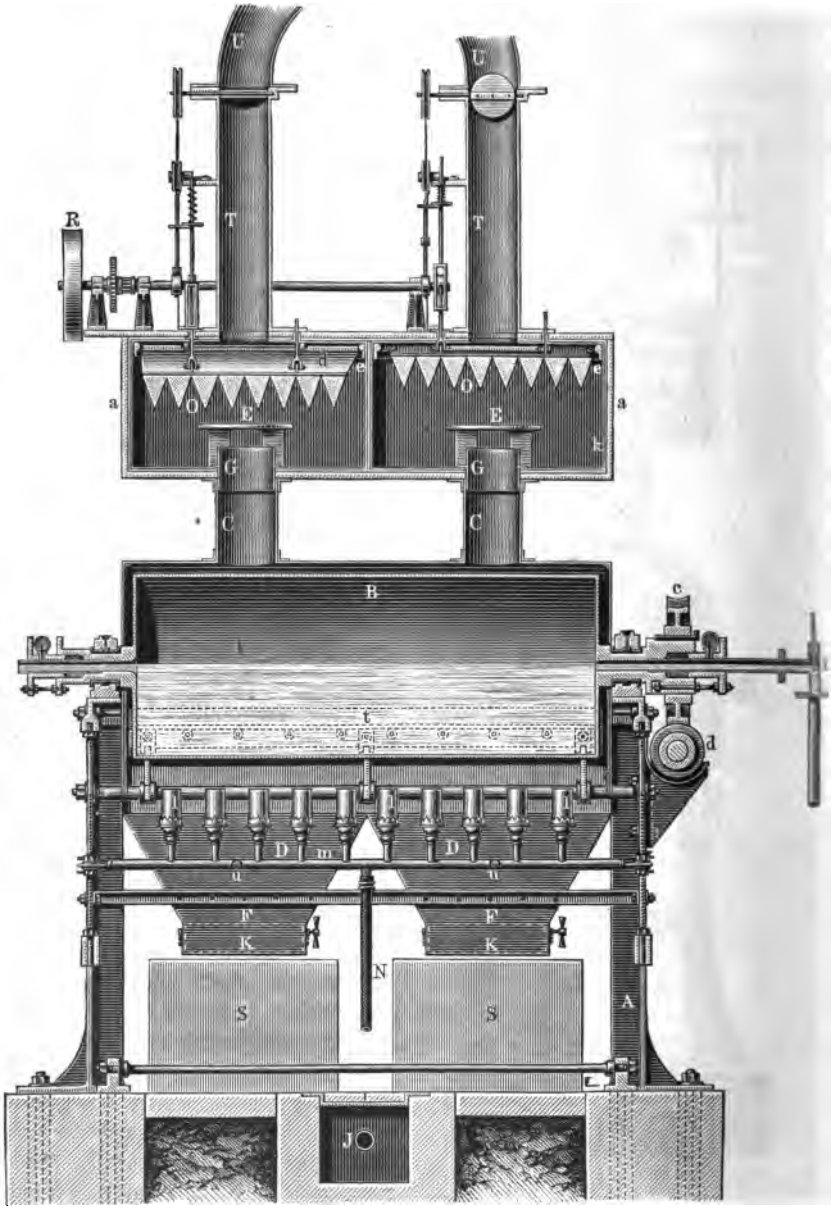
Derselbe besteht in seinen Haupttheilen aus einer Reihe von Brennern *l*, über welchen sich eine mit Wasser gekühlte Blechtrommel *B* langsam umdreht. Die Trommel bedeckt sich hierbei mit Ruß, der durch den Schaber *t* abgestrichen wird und durch den Trichter *F* in den Auffangkasten *S* fällt. Die Dämpfe und der nicht abgesetzte Ruß werden in einen über dem Rußapparate angebrachten Kasten abgesaugt und der Ruß durch ein Abklopffilter zurückgehalten. Im Gestelle *A* ist die Blechtrommel *B* mittelst Schneckengetrieb *cd* drehbar gelagert. Die Zapfen sind hohl und zur Durchleitung des Kühlwassers passend eingerichtet. Mit Hülfe eines im Kniestücke *i* steckenden Thermometers wird die Temperatur des Ablaufwassers nachgesehen, resp. der Wasserabfluß nach Erforderniß geregelt. Unter der Trommel *B* befindet sich das Lampensystem *D*, welches aus den Brennern *l*, dem Vertheilungsrohr *m*, dem Gummischlauch *N* und der Vorrichtung besteht, mit deren Hülfe die Brenner in senkrechter Richtung gehörig eingestellt werden können. Durch Zwischenstücke *u* aus Gummi lassen sich die Vertheilungsröhren, beziehungsweise die Brenner, neben einander oder verschränkt aufstellen, wie dies zur besseren Vertheilung des Rußes am zweckmäßigsten erscheint. Unterhalb des Gestelles *A* befindet sich in einem Canal das Zuleitungsrohr *J*, von welchem aus der Zufluß des Brennstoffs zu den Brennern durch den Schlauch *N* mittelst eines Hahns *v* geregelt wird. Die Blechtrommel *B* ist in einem entsprechenden Abstande von einem Blechmantel umgeben, welcher vermittelst Handhaben auf den Gestellseitenwänden aufruht; den Untertheil dieses Mantels bilden die Klappen *x* und x_1, welche den Zutritt zu den Brennern *l*, beziehungsweise zum Abstreichmechanismus gestatten. Die Abstreichmaschine *t* wird durch Hebel und

Fig. 31.



Gegengewichte stets gegen die kreisende Blechtrommel angedrückt, so daß der abgenommene Ruß durch den Auffangtrichter *F* in das Sammelgefäß *S* herabfällt. Beim Auswechseln der Kästen *S* wird die Klappe *K* am unteren Ende des Trich-

Fig. 32.



ters *S* zeitweilig geschlossen, so daß der Betrieb des Apparates nicht unterbrochen werden muß. Behufs etwaiger innerer Reinigung der Trommel *B* ist dieselbe an einer Seite mit einem verschließbaren Mannloch *M* versehen.

Um das sogenannte Schwitzen des Fabrikraumes zu verhüten und denselben im Interesse der Gesundheit der Arbeiter zu lüften, sowie etwa an der Blechtrommel vorbei streichenden Ruß aufzufangen und damit eine größere Ausbeute zu erzielen und gleichzeitig die Nachbarschaft vor Rußbelästigungen zu bewahren, werden die Dämpfe durch Rohrstutzen *C* in den zur Verhütung von Abkühlung mit Filz verkleideten und in der Mitte getheilten Holzkasten gesaugt. Jede Abtheilung des Holzkastens ist durch eine kleine Thür zugänglich gemacht und enthält einen Rußfänger, bestehend aus einem eisernen Gerippe, welches mit Flanell überzogen ist. Behufs Abdichtung und Einhängung dieser Flanellfilter *O* in einer Kastenabtheilung dienen die ledernen Seitenwände *k* und der Holzrahmen *d*, welcher letztere seine Unterstützung durch die Leisten *e* findet.

Zur Vermeidung der Verstopfung der Flanellfilter durch den sich ansetzenden Ruß dient eine selbstthätige Abklopfvorrichtung auf dem Deckel des Holzkastens, die mittelst eines Riemens, welcher von der Trommelachse *B* auf die Riemenscheibe *R* geht, in Gang gesetzt wird. Um die Abklopffilter ohne Betriebsstörung ununterbrochen in Wirksamkeit zu erhalten, sind dieselben, nebst der sich anschließenden Abzugsvorrichtung, doppelt angeordnet, und treten abwechselnd in Thätigkeit.

Jede der beiden Abzugsröhren *T* ist an ihrem oberen Ende mit einer Drosselklappe *U* versehen, welche beim Abklopfen des Trichters selbstthätig geschlossen und dann wieder geöffnet wird. Damit nun der von den Filtern abgestoßene Ruß nicht zurück auf die Trommel *B* fallen kann, sind Schutzdeckel *E* und Einsatzstücke *G* angebracht. Die Füße unter den Schutzdeckeln lassen so viel freie Oeffnung, daß die warme, feuchte Luft ungehindert von dem Mantel aus durch die Stutzen *C* nach dem Innern des Holzkastens *a* gelangen kann. Die beiden Ableitungsröhren *T* stehen mittelst Krümmer mit dem für mehrere Apparate dienenden und zum Luftsauger führenden gemeinsamen Abzugsschlote in Verbindung.

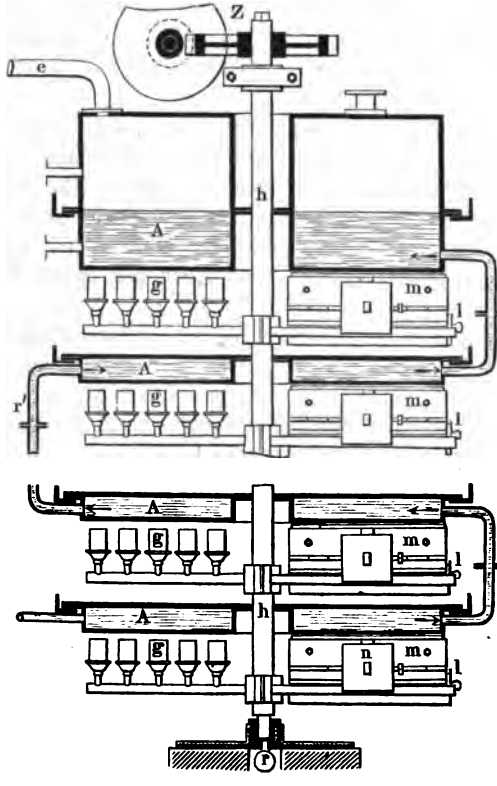
Es existiren noch eine Reihe anderer Apparate zur Darstellung von Lampenruß; sie sind zum Theil Geheimniß ihrer Erfinder, zum Theil sind die Abweichungen von den oben beschriebenen zu geringfügige, als daß sich eine besondere Besprechung derselben rechtfertigen ließe. Nur einer Neuerung, die der allerneuesten Zeit angehört, wollen wir noch gedenken; es ist dies ein deutsches Patent auf einen Apparat zur Darstellung von Lampenruß unter gleichzeitiger Gewinnung von Dampf, welches unter der Nr. 40909 vom 25. Januar 1887 an Rob. Dreyer[1]) in Halle a. S. verliehen worden ist. Es handelt sich hier zunächst um die Darstellung von Lampenruß in größerem Maßstabe, als dies bislang geschehen, und dann auch um die Ausnutzung der seither verloren gegangenen Verbrennungswärme zum Zwecke der Beschaffung einer billigen Betriebskraft für die Apparate selbst und für die zur Fabrikation erforderlichen Sieb- und Mischmaschinen.

---

[1]) Chem. Ztg. 1887, S. 1432.

Folgendes ist in aller Kürze das Princip des Apparates (Fig. 33). Mehrere mit einander durch Röhren *r'* verbundene, geschlossene, mit Wasser gefüllte Gefäße *A* mit flachem, abgedrehtem Boden dienen zum Auffangen des Rußes und bilden als Ganzes einen Dampfkessel. Unter den einzelnen Gefäßen *A*, welche einen ringförmigen Querschnitt zeigen, befinden sich Brennvorrichtungen *g*, die mit einer rotirenden Welle *h* verbunden sind. Der sich bildende Ruß wird durch mit derselben Welle verbundene Abstreicher *m*, welche vermittelst der Gegengewichte *n* an die berußte Fläche angedrückt werden, abgefegt und fällt in die gleichfalls rotirenden Kästen *l*, aus denen er entfernt wird, wenn sich genügend angesammelt hat. Ihr Brennmaterial erhalten die rotirenden Brenner vermittelst der Welle *h*, welche im Inneren hohl ist, und der dasselbe durch das Spurlager vermittelst der Röhre *r* zugeführt wird. Der Antrieb erfolgt durch das Getriebe *Z*.

Fig. 33.



Der Apparat ist für die Verarbeitung von Oelgas bestimmt, und consumirt nach einer Berechnung, die mir Herr R. Dreyer zur Verfügung gestellt hat, in 24 Stunden 380 bis 400 cbm Gas, was einem Aufwand von ca. 600 bis 700 kg Mineralöl bei einer Rußausbeute von ca. 40 kg entspricht. Mit einem derartigen Apparate ist man also im Stande, jährlich 10000 bis 12000 kg Ruß zu erzeugen. Unter jedem der Gefäße *A* sind 28 Lampen, resp. Brenner angebracht, und da der ganze Apparat aus sechs derartigen Gefäßen besteht, so sind also stets 168 Flammen in Function. Der Luftzutritt zu denselben, sowie ihre Entfernung von der zu berußenden Fläche, können durch Mikrometerschrauben aufs Genaueste regulirt werden. Die mit den Verbrennungsgasen abgehenden Rußtheilchen werden noch besonders aufgefangen, so daß ein Verlust auf diese Weise nicht erfolgen kann. Der ganze Apparat beansprucht einen Raum von 2,5 qm.

Nach Versuchen von Herrn R. Dreyer giebt eine rußende Gasflamme

unter nicht gerade günstigen Bedingungen an das Kühlwasser in einer Stunde eine Wärmemenge von etwa 380 Calorien ab; er schließt daraus, daß demnach bei dem Apparate Dampf für $^2/_3$ bis 1 Pferdekraft gewonnen werden dürfte, während der Apparat selbst zu seinem Betriebe kaum eine halbe Pferdekraft bedürfen wird. Man kann demnach jedenfalls mit einiger Sicherheit annehmen, daß derselbe die zu seinem eigenen Betriebe erforderliche Kraft selbst producirt.

Wie man sieht, ist der Apparat weniger einfach construirt, als die seither besprochenen; er muß also schon durch eine wesentlich höhere Leistungsfähigkeit bei gleicher Qualität des Productes ausgezeichnet sein, damit man sich zu seiner Aufstellung entschließen könnte; jedenfalls aber ist er als ein Fortschritt auf diesem Gebiete zu begrüßen, und verdient die Beachtung der Rußfabrikanten.

Welchem von den angeführten Apparaten der Vorzug einzuräumen ist, dürfte schwierig zu entscheiden sein; alle besitzen gewisse Vorzüge, die bei den einen in ihrer einfacheren Construction, bei den anderen in vortheilhafterer Anwendung des Princips der kühlenden Fläche oder in anderen Umständen zu suchen sein mögen. Bei uns in Deutschland erfreut sich bislang der Apparat von Thalwitzer fast allgemeiner Anwendung bei den Fabrikanten von feinstem Lampenruß zu Buchdruck- und lithographischen Farben. Für diese Zwecke genügt es, wenn man das zur Fabrikation bestimmte Oel als solches verbrennt. Man erzielt alsdann (nach freundlicher Privatmittheilung des Herrn O. Thalwitzer in Halle a. S.) aus Petroleum 20 Proc., aus Solaröl 25 Proc. Ruß. Handelt es sich aber um die Fabrikation von Lampenruß, der zu den hochfeinsten Illustrationsfarben tauglich sein soll, so ist es nothwendig, schweres Mineralöl zuvor zu vergasen, und zwar mittelst eines möglichst vollkommenen Vergasungsapparates, damit die Ausbeute an Gas unbeschadet seiner Qualität mindestens 60 cbm von 100 kg Oel beträgt. Die Rußausbeute nach diesem Verfahren stellt sich auf 4 bis 6 Proc. von dem zur Vergasung gelangten Oel, je nachdem eine feinere oder geringere Qualität Ruß beansprucht wird. Nach Angabe des Herrn O. Thalwitzer wird sein Apparat gegenwärtig ausschließlich zur Erzeugung von Gasruß verwendet, da für Lampenruß aus Petroleum oder Solaröl kein Absatz zu erzielen ist zu Preisen, die noch lohnend wären. Bei der Vergasung der Oele resultirt ein Theer, circa 25 Proc. vom Ausgangsmaterial, welcher als solcher nicht mehr vergast werden kann. Er wird der Destillation unterworfen und erfährt die gleiche Behandlung wie Steinkohlentheer. Neben leichten Oelen liefert er auch wieder Gasöl, welches in den Betrieb zurückwandert.

Was die Leistungsfähigkeit der verschiedenen anderen Apparate anbelangt, so fehlen mir darüber die nöthigen Mittheilungen. Allein trotz dieser Vollkommenheit in den Apparaten zur Erzeugung von Lampenruß wird immerhin noch ein sehr beträchtliches Quantum dieser kostbaren Substanz auf primitivstem Wege erzeugt. Natürlicher Weise spielen hier örtliche Verhältnisse, Preise des Rohmaterials ꝛc. die größte Rolle. So berichtet der „Scientific American“ vom 12. October 1878 über eine großartige Lampenrußfabrik in Petrolia (Pennsylvanien). Dort entströmen neben Petroleum ungeheure Mengen brennbarer Gase der Erde, die zum Theil zum Heizen und zum Betriebe von Dampfmaschinen verwendet, zum Theil aber auch auf Lampenruß verarbeitet werden. Man hat

die Fabrik dicht an der Stelle angelegt, wo das Gas aus der Erde tritt, sammelt es in Gasometern und leitet es zu mehreren Tausend Brennern, welche sämmtlich gegen große Schieferplatten gerichtet sind, auf denen sich der Ruß niederschlägt. Von Zeit zu Zeit wird derselbe abgekratzt, gesammelt, verpackt und zu Markte gebracht.

Eine ähnliche Fabrik hat Neff[1]) bei Gambier (Knox County, Ohio) in der Nähe der Mündung des Kohosing angelegt. Neff verbrennt täglich in 180 Brennern von verschiedener Construction circa 8000 cbm Gas und erhält daraus jährlich (?) 16 t Lampenruß, den er unter dem Namen „Diamantschwarz" in den Handel bringt.

Falls diese Angaben richtig sind, muß die Arbeit eine sehr unrationelle sein. 8000 cbm Grubengas repräsentiren ein Gewicht von rund 6000 kg. Der Jahresconsum an Gas betrüge somit ca. 2000000 kg, wogegen die Production von 16000 kg Lampenruß nur 0,8 Proc. des angewandten Gases betragen würde, eine verschwindend kleine Ziffer gegenüber dem hohen Kohlenstoffgehalt (86 Proc.) des Grubengases.

Man wird bemerkt haben, daß die Art der Verbrennung des kohlenstoffhaltigen Materials bei allen Vorrichtungen, die wir im Vorstehenden besprochen haben, die ursprüngliche geblieben ist, weil sich gezeigt hat, daß das Verbrennen in Lampen zur Erzielung einer möglichst tiefen Schwärze bei zartester Beschaffenheit der Waare nicht umgangen werden kann. Was im Laufe der Zeit in der Fabrikation von Lampenruß verbessert worden ist, bezieht sich also nur auf die Art des Sammelns der Waare, die richtige Ausnutzung der Verbrennungsgase und die Leitung der Verbrennung selbst, Factoren, welche allerdings für die Rentabilität derselben heutzutage von eminenter Bedeutung geworden sind.

Neuerdings wurde indessen auch ein amerikanisches Patent genommen, um den „Lampenruß" auf anderem Wege aus Kohlenwasserstoffen herzustellen. J. Mac Tighe[2]) will den Dampf von Kohlenwasserstoffen durch glühende Retorten leiten, um Lampenruß zu erzeugen. Ob ein auf diese Weise hergestelltes Product noch den Namen „Lampenruß" verdient, erscheint zum mindesten zweifelhaft, und welche Eigenschaften es besitzt, ist bislang noch nicht bekannt geworden. Bei der bekannten Eigenschaft des Kohlenstoffs, sich in glühenden Röhren aus Kohlenwasserstoffen graphitartig auszuscheiden, dürfte indessen von diesem Verfahren nicht viel zu erwarten sein.

Der Lampenruß ist ebenfalls eine sehr fein vertheilte Kohle, die indessen in Folge ihrer größeren Reinheit weit weniger flockig ist als der Flammenruß. Zuweilen besteht er aus zusammenhängenden Lappen, meistens aber aus einem feinen, ungemein leichten, tiefschwarzen Pulver. Dem Umstande, daß der Lampenruß in Folge seiner Fabrikation meistens einer höheren Temperatur ausgesetzt ist als der Flammruß, verdankt er seine geringere Verunreinigung mit empyreumatischen Producten. Die Reinheit des Lampenrußes ist bereits in einem früheren Capitel nach Analysen von Stein, Kubel und J. R. Santos dargethan

[1]) Chemiker-Ztg. 1878, S. 248. Dingl. Journ. 231, 177. Chem. News 1878, 38, 94. — [2]) Am. Pat. Nr. 346169. Wagner's Jahresber. 1886, S. 528.

worden. Das specifische Gewicht eines Productes, wie es in Amerika aus natürlichen Gasen erzeugt wird, fand der Letztere [1]) zu 1,729 bei 17°.

Der Lampenruß wird in der gleichen Weise und zu denselben Zwecken angewendet wie der Flammruß, steht aber ungleich höher im Preise, so daß er nur für feinere Arbeiten und bessere Qualitäten von Waaren verwendet werden kann. Für feine Lampenruße aus Gas werden zur Zeit 350 bis 400 Mk. pro 100 kg bezahlt. Eine wichtige Verwendung findet derselbe noch in der Fabrikation der chinesischen Tusche, welche durch Vereinigung von gereinigtem Lampenruß mit der ammoniakalischen Lösung des Niederschlages einer concentrirten Pergamentsolution mit Galläpfelinfusion entsteht. Als Wohlgeruch setzt man etwas Moschustinctur und als Bindemittel stark eingekochte Pergamentsolution zu, verarbeitet die Masse auf dem Reibsteine bis zu vollkommenster Gleichmäßigkeit, formt sie in Stängelchen oder Täfelchen, trocknet sie und bestreicht sie mit dem Saft der Färbedistel, um den Formstücken den der chinesischen Tusche eigenthümlichen Glanz zu geben.

---

[1]) loc. cit. und Chem. News 1878, 38, 94.

III.

Schwärze.

Allgemeine Betrachtungen über die Verkohlung.

Unter dem Einfluß höherer Temperatur bei Luftabschluß zeigen die verschiedenen organischen Körper ein sehr verschiedenartiges Verhalten. Manche derselben, namentlich solche von sehr einfacher Constitution, wie die Kohlenwasserstoffe, Alkohol, Aether ꝛc., können ohne Zersetzung destillirt werden, und nur wenn man ihre Dämpfe weit über den Siedepunkt der Flüssigkeiten erhitzt, erleiden sie eine Umwandlung in andere Substanzen. Wieder andere von complicirterer Constitution, wie z. B. Zucker, manche organische Säuren und die Salze derselben mit anorganischen Basen, namentlich aber solche, die durch den Lebensproceß erzeugt sind, wie z. B. alle Brennmaterialien, zeigen, wenn sie bei Luftabschluß einer höheren Temperatur ausgesetzt werden, das Bestreben, ihre Elemente anders zu gruppiren, wodurch neue Verbindungen entstehen, deren Natur hauptsächlich von der Zusammensetzung des angewandten Materials, dem herrschenden Druck und der Temperatur abhängt, so daß sie ihrer Qualität und Quantität nach sehr variiren und die mannigfaltigsten Verbindungen in fast unbegrenzter Zahl entstehen können. Man bezeichnet diesen Vorgang in der Regel als trockene Destillation, weil die dabei erzeugten Producte großentheils flüchtiger Natur sind. Je nach ihrer Natur zerfallen die organischen Körper unter gleichzeitiger Abscheidung von Kohle, wie wir dies namentlich bei unseren Brennmaterialien, Knochen, Schlempe ꝛc. wahrnehmen; in diesem Falle, der uns hier beschäftigt, nennt man den Proceß eine Verkohlung.

Die Vorgänge der Verkohlung oder trockenen Destillation haben, obgleich die Destillationsproducte aller dieser durch die Hitze zersetzlichen Substanzen je nach der Natur der letzteren in chemischer Beziehung wesentlich verschieden sind, doch meistens das gemeinsam, daß Gase und Dämpfe, die sich zu Flüssigkeiten verdichten, entweichen, während viel Kohlenstoff oder sehr kohlenstoffreiche Körper und die etwa vorhanden gewesenen Aschenbestandtheile zurückbleiben.

Eine jede derartige Zersetzung durch höhere Temperatur verläuft ganz allgemein in der Weise, daß zunächst das hygroskopische Wasser entweicht und dann mit zunehmender Temperatur die flüchtigen Elemente, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, sich in Gasform von dem Kohlenstoff zu trennen streben, und sich theils unter einander, theils mit dem nicht flüchtigen Kohlenstoff zu flüchtigen Substanzen vereinigen, und dies in um so reichlicherem Maße, je höher die Temperatur steigt. Die Menge der entstehenden Zersetzungsproducte ist abhängig von dem Verhältniß zwischen Sauerstoff und Wasserstoff in der zu verkohlenden Substanz, und zwar derart, daß sie um so größer ist, je reicher ein Material an Wasserstoff ist und je mehr der Sauerstoff zurücktritt.

Man hat gewöhnlich angenommen, daß die trockene Destillation von Kohle, bituminösen Schiefern, Wolle und derartigen Substanzen ziemlich unbestimmter Natur ist und keine wiederkehrende Regelmäßigkeit zeigt, wie wir dies beispielsweise bei der Zersetzung der Salze organischer Säuren, z. B. essigsaurem Kali, sehen, bei welchen immer die gleichen, bestimmten Ergebnisse eintreten. Diese Annahme hat Mills [1]) durch eine Reihe interessanter Versuche widerlegt, deren Hauptergebnisse wir nachstehend mittheilen.

Es steht wohl fest, daß Kohle aus Holzsubstanz oder unreiner Cellulose, $n\,C_6H_{10}O_5$, unter dem Einfluß von Hitze, Druck und Zeit entstanden ist. Aus Violette's Ergebnissen über Destillation von Holz geht hervor, daß die Hitze hauptsächlich wasserabspaltend wirkt. Mills hat nun gefunden, daß die Zusammensetzung des Destillationsrückstandes der genannten Materialien bei einer Zersetzungstemperatur von etwa 185° der allgemeinen Formel $n\,C_6H_8O_4$, bei einer Temperatur von etwa 220° $n\,C_6H_6O_3$, und bei etwa 430° der Zusammensetzung $n\,C_6H_2O$ entspricht. Der Endzustand wäre jedenfalls $n\,C_6$ oder $2.n\,C_3$, läßt sich aber unter gewöhnlichen Versuchsbedingungen nicht erreichen.

Auch aus Versuchen von Foster [2]) geht hervor, daß wahrscheinlich den organischen Substanzen, welche verschiedene Arten Kohlen zusammensetzen, eine fundamentale Einheit C_3 zu Grunde liegt, und daß bei der trockenen Destillation ein einfaches Verhältniß des im Theere, im Gase und in freiem Zustande abgeschiedenen Kohlenstoffs besteht. Seine mittleren Resultate, abgesehen von Schwefel, Stickstoff, Feuchtigkeit und Asche, entsprechen folgenden Beziehungen:

a) Für Yorkshire- und Durhamkohle:

	$2\,C_{24}H_{18}O$	$=$	$33\,C$	$+$	$C_{15}H_{34}O$	$+$	H_2O
	org. Subst. in der Kohle		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		61,5		35,7		2,8
gef.:	—		61,5		38,5		

[1]) Journ. of the Soc. of chem. Ind. 1885, p. 325. — [2]) Proc. of the Inst. of Civ. Eng. April 1884.

b) Für schottische Cannelkohle:

	$2\,C_{12}H_{12}O$	$=$	$12\,C$	$+$	$C_{12}H_{22}O$	$+$	H_2O
	org. Subst. in der Kohle		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		41,9		52,9		5,2
gef.:	—		41,3		58,7		

Mills hat gezeigt, daß die organische Substanz eines schottischen Durchschnitts-Oelschiefers genau die Zusammensetzung $C_6H_{10}O$ hat und daß derselbe bei mäßiger Temperatur nach folgender Gleichung zerfällt:

	$7\,C_6H_{10}O$	$=$	$18\,C$	$+$	$C_{24}H_{62}O_3$	$+$	$4\,H_2O$
			fester Kohlenstoff		Gas und Oel		org. Wasser
ber.:	100		31,5		58,0		10,5
gef.:	—		31,2		58,3		10,5

Bei einer hohen Temperatur dagegen haben wir die Gleichung:

	$7\,C_6H_{10}O$	$=$	$6\,C$	$+$	$C_{36}H_{62}O_3$	$+$	$4\,H_2O$
			fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		10,5		79		10,5
gef.:	—		12,8		76		11,2

Aehnliche Verhältnisse konnte er für Cannel- und Bogheadkohle constatiren. Durch zahlreiche andere Versuche zeigte Mills, daß auch die Verkohlung von Cellulose, Cannose und Wolle immer mit ziemlicher Regelmäßigkeit nach dieser C_3-Einheit oder Vielfachen derselben vor sich geht. Beispielsweise zerfällt Cellulose nach folgender Gleichung:

	$3\,C_6H_{10}O_5$	$=$	$12\,C$	$+$	$C_6H_8O_4$	$+$	$11\,H_2O$
	org. Subst. der Cellulose		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		29,6		29,6		40,8
gef.:	—		27,6		30,0		39,4

Für Cannose ist die Gleichung folgende:

	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$=$	$9\,C$	$+$	C_3H_2O	$+$	$10\,H_2O$
	org. Substanz		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	—		31,6		15,8		52,6
gef.:	—		31,5		17,7		50,8

Diese Verhältnisse sprechen ganz augenscheinlich zu Gunsten des bestimmten Verlaufs der Verkohlung genannter Materialien. Es ist wahrscheinlich, daß die organische Substanz in denselben immer durch die Formel $n\,C_3$ ausgedrückt werden

kann, und daß eine sehr einfache Beziehung zwischen dem Kohlenstoff der festen Kohle auf der einen Seite und jenem des Gases und Theers oder Oels auf der anderen Seite existirt. Es ist ebenso klar, daß C_3 die fundamentale Einheit dieser Wirkungen ist, und daß die Vertheilung des Kohlenstoffs in Theer, Gas und rückständige Kohle nur nach dieser Einheit oder Vielfachen derselben geschehen kann. Diese C_3-Einheit zeigt sich sogar in der Zusammensetzung der Gase und Theere. Nach Frankland ist die mittlere Zusammensetzung von 15 Gasproben $= C_{36}H_{140}O_6$ und Mills fand bei Außerachtlassung des Stickstoff- und Schwefelgehalts für

Theer aus London . . . . . $C_{21}H_{22}O_3$,
„ „ schottischer Cannelkohle $C_{18}H_{20}O$.

Was den festen Rückstand anbelangt, der uns hier in erster Linie interessirt, so besteht derselbe im Wesentlichen, wenigstens nach der seither geltenden Annahme, aus Kohlenstoff; die Verschiedenheit zwischen Kohlen verschiedener Abstammung, wie Knochenkohle, Holzkohle, Steinkohlenkohle, beruht hauptsächlich darauf, daß mit dem als Rest der organischen Substanz übrig gebliebenen Kohlenstoff je nach der Art des Materials verschiedene Arten und Gewichtsmengen von Mineralsubstanzen innig gemengt sind. Außerdem wird in der Technik die trockene Destillation bei sehr verschiedenen Temperaturen ausgeführt, ein Umstand, der insofern eine Rolle zu spielen scheint, als dadurch die physikalische Beschaffenheit der Kohle modificirt wird, was vermuthlich mindestens ebenso wichtig ist, als die Verschiedenheit der Ausgangsmaterialien. Nach Lunge[1]) ist es übrigens sehr möglich, daß die Molecüle des Kohlenstoffs in der Holzkohle, dem Koks ꝛc. nicht aus derselben Anzahl von Atomen bestehen. Endlich ist es sicher, daß in diesen Körpern neben dem freien Kohlenstoff auch noch Verbindungen mit Wasserstoff und Sauerstoff vorkommen, deren Isolirung oder selbst Erkennung bis jetzt noch nicht geglückt ist. Trotz alledem steht es fest, daß der organische Theil aller kohligen Rückstände, soweit es die chemischen Hülfsmittel bis jetzt zu unterscheiden vermögen, keine großen Verschiedenheiten darbietet.

Hinsichtlich der Ausbeute und Qualität der Kohlenrückstände für ein und dasselbe Material ist die Verkohlungstemperatur von entscheidendem Einfluß, so zwar, daß je nach der Leitung der Destillation deren Ausbeute um 50 Proc. schwanken kann. Wir haben bereits oben angedeutet, daß in allen Fällen zuerst das mechanisch gebundene, hygroskopische Wasser entweicht, daß dann erst die Theerproducte folgen und endlich bei noch höherer Temperatur Kohlenwasserstoffgase und Kohlenoxyd, deren Quantität von der Temperatur der in Zersetzung begriffenen Substanz abhängt.

Werden die zu verkohlenden Substanzen einer langsam steigenden Temperatur ausgesetzt, so entweicht das hygroskopische und chemisch gebundene Wasser unterhalb der Temperatur, bei welcher eine lebhafte Zersetzung eintritt, und das Wasser kann keinen zerstörenden Einfluß mehr auf den Rückstand ausüben, in Folge dessen eine größere Ausbeute an Kohle erfolgt. Wird hingegen

[1]) Die Industrie der Steinkohlentheer-Destillation. Braunschweig 1882, S. 1.

das Holz rasch auf eine hohe Temperatur gebracht und darin erhalten, so wirken die noch nicht entfernten Wasserdämpfe, sowie Kohlensäure auf den bereits glühenden Kohlenstoff ein; erstere erzeugen damit Wasserstoff und Kohlenoxydgas, letztere Kohlenoxydgas, und das Ausbringen an fester Kohle nimmt um so mehr ab, je rascher und höher die Temperatur steigt, weil sich damit auch die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zu den flüchtigen Elementen steigert. Dies geht zur Evidenz aus den bereits mitgetheilten Versuchen von Mills und aus den nachfolgenden von demselben Autor hervor: die organische Substanz der Durchschnittscannelkohle hat die Zusammensetzung $C_9H_{12}O$. Sie zerfällt bei hoher Temperatur nach folgendem Schema:

	$4\,C_9H_{12}O$	=	$24\,C$	+	$C_{12}H_{46}O_3$	+	H_2O
ber.:	100		52,9		43,8		3,3
gef.:	—		52,5		43,9		3,6

bei niedriger dagegen:

	$4\,C_9H_{12}O$	=	$27\,C$	+	$C_9H_{46}O_3$	+	H_2O
ber.:	100		59,6		37,1		3,3
gef.:	—		58,1		38,1		3,6

Desgleichen zerfällt Bogheadkohle, wie folgt, bei niedriger Temperatur:

	$3\,C_{12}H_{20}O$	=	$15\,C$	+	$C_{21}H_{58}O_2$	+	H_2O
ber.:	100		33,3		63,3		3,3
gef.:	—		33,3		64,1		2,6

bei hoher Temperatur:

	$3\,C_{12}H_{20}O$	=	$6\,C$	+	$C_{30}H_{58}O_2$	+	H_2O
ber.:	100		13,3		83,3		3,3
gef.:	—		12,8		84,6		2,6

Nach Karsten[1]) erzielt man bei der raschen Verkohlung des Holzes nur halb so viel Kohle, als bei langsam geleiteter Operation erhalten wird. Zu dem gleichen Resultate gelangte auch Violette[2]), dem wir die genauesten Studien über die Verkohlung des Holzes, sowie über den Einfluß der verschiedenen Temperaturen dabei verdanken. Endlich fand Pettenkofer[3]), daß man aus Holz bei niedriger Temperatur ein zur Beleuchtung unbrauchbares, kohlenstoffarmes Gas erhält, während bei höherer Temperatur ein dem Steinkohlengas ähnliches Product erfolgt, indem der im letzteren Falle bei der Verkohlung verloren gehende Kohlenstoff ins Leuchtgas übergeht.

Daraus geht für unsere Zwecke ohne Weiteres hervor, daß man, um eine gute Ausbeute zu erzielen, möglichst getrocknetes Material anzuwenden hat und dies nicht plötzlich einer sehr starken Hitze aussetzen darf, sondern allmälig anheizen muß, um dem verdampfenden Wasser Gelegenheit zu geben, abzuziehen, ehe der kohlige Rückstand zu stark erhitzt ist.

---

[1]) Metallurgie 3, 34. — [2]) Dingler's Journ. 123, 117. — [3]) Journ. f. prakt. Chemie 71, 385.

Weit mehr als in der Beschaffenheit des kohligen Rückstandes kommen die Verschiedenheiten des hier in Frage stehenden Ausgangsmaterials in der Qualität der flüchtigen Destillationsproducte zum Ausdruck. Beim Holze, dessen Stickstoffgehalt sehr gering ist, sind die Producte des wässerigen Destillates saurer Natur, indem in ihnen Essigsäure neben Holzgeist und Aceton die größte Rolle spielt; das ölige Destillat, der Holztheer, besteht hauptsächlich aus Phenolen und Derivaten derselben. Aehnlich verhalten sich fossile Pflanzenreste jüngerer Formationen, wie Torf, Braunkohle ꝛc., welche übrigens bisweilen, wenn sie älteren Ursprungs sind, ein ammoniakalisches Destillat liefern, während der Theer desselben hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen der Fettreihe besteht. Thierische Substanzen, wie Knochen, Horn ꝛc., liefern ein wässeriges Destillat, bestehend aus einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, die durch theerige Producte verunreinigt ist; der ölige Theil besteht aus allen möglichen Zersetzungsproducten stickstoffhaltiger organischer Substanzen, Kohlenwasserstoffen, hauptsächlich aber Basen der aromatischen und Fettreihe, sowie indifferenten stickstoffhaltigen Körpern.

Die Verarbeitung aller dieser Producte ist Gegenstand einer Reihe von blühenden Industriezweigen, und kann um so eher hier übergangen werden, als sich ihre besondere Gewinnung kaum verlohnt, wenn es sich bloß um die Erzeugung von Schwärze handelt, und die Darstellung von Kohlenproducten zu anderen als tinctorialen Zwecken ausgeschlossen ist. Zudem ist die Literatur nicht arm an guten Specialwerken für die einzelnen Gegenstände, so daß sich Derjenige, der sich speciell für etwaige Verwerthung der Destillationsproducte interessirt, rasch orientiren kann.

Materialien zur Schwärzefabrikation.

Bei der Erzeugung von Schwärzen kommt es in erster Linie darauf an, ein Material zu besitzen, welches beim Verkohlen eine lockere Kohle liefert, die sich leicht in ein feines Pulver verwandeln läßt. Es ist dabei natürlich auch nicht gleichgültig, in welchen Apparaten und bei welchen Temperaturen man die Verkohlung vornimmt. Neben der Güte des Materials hängt hiervon hauptsächlich die Qualität des zu erzielenden Schwarz ab. Namentlich die Temperatur spielt eine sehr große Rolle. Erhitzt man z. B. das zu verarbeitende Material bis zur hellen Rothgluht, so resultirt ein fester, glänzender Koks, welcher beim darauffolgenden Mahlen ein unansehnliches grünstichiges Schwarz liefert, während aus demselben Material bei dunkler Rothgluht ein außerordentlich tiefes, sammtartiges, zartes Schwarz entsteht. Materialien, welche bei der Verkohlung eine feste Kohle in Stücken liefern, eignen sich nicht zur Fabrikation der Schwärzen, z. B. verschiedenes Stammholz, während andere, welche sich in weniger compactem Zustande oder in loserer Vereinigung befinden, sich ausgezeichnet hierzu verwenden lassen.

Die Wahl des Materials ist also mit die Hauptsache bei der Fabrikation der Schwärze und diese ergiebt sich schon von selbst, wenn wir die Namen der verschiedenen Schwärzen uns vergegenwärtigen. Wir haben Weinschwarz, Reb-

die Fabrik dicht an der Stelle angelegt, wo das Gas aus der Erde tritt, sammelt es in Gasometern und leitet es zu mehreren Tausend Brennern, welche sämmtlich gegen große Schieferplatten gerichtet sind, auf denen sich der Ruß niederschlägt. Von Zeit zu Zeit wird derselbe abgekratzt, gesammelt, verpackt und zu Markte gebracht.

Eine ähnliche Fabrik hat Neff[1]) bei Gambier (Knox County, Ohio) in der Nähe der Mündung des Kohosing angelegt. Neff verbrennt täglich in 1800 Brennern von verschiedener Construction circa 8000 cbm Gas und erhält daraus jährlich (?) 16 t Lampenruß, den er unter dem Namen „Diamantschwarz" in den Handel bringt.

Falls diese Angaben richtig sind, muß die Arbeit eine sehr unrationelle sein. 8000 cbm Grubengas repräsentiren ein Gewicht von rund 6000 kg. Der Jahresconsum an Gas betrüge somit ca. 2000000 kg, wogegen die Production von 16000 kg Lampenruß nur 0,8 Proc. des angewandten Gases betragen würde, eine verschwindend kleine Ziffer gegenüber dem hohen Kohlenstoffgehalte (86 Proc.) des Grubengases.

Man wird bemerkt haben, daß die Art der Verbrennung des kohlenstoffhaltigen Materials bei allen Vorrichtungen, die wir im Vorstehenden besprochen haben, die ursprüngliche geblieben ist, weil sich gezeigt hat, daß das Verbrennen in Lampen zur Erzielung einer möglichst tiefen Schwärze bei zartester Beschaffenheit der Waare nicht umgangen werden kann. Was im Laufe der Zeit in der Fabrikation von Lampenruß verbessert worden ist, bezieht sich also nur auf die Art des Sammelns der Waare, die richtige Ausnutzung der Verbrennungsgase und die Leitung der Verbrennung selbst, Factoren, welche allerdings für die Rentabilität derselben heutzutage von eminenter Bedeutung geworden sind.

Neuerdings wurde indessen auch ein amerikanisches Patent genommen, um den „Lampenruß" auf anderem Wege aus Kohlenwasserstoffen herzustellen. J. Mac Tighe[2]) will den Dampf von Kohlenwasserstoffen durch glühende Retorten leiten, um Lampenruß zu erzeugen. Ob ein auf diese Weise hergestelltes Product noch den Namen „Lampenruß" verdient, erscheint zum mindesten zweifelhaft, und welche Eigenschaften es besitzt, ist bislang noch nicht bekannt geworden. Bei der bekannten Eigenschaft des Kohlenstoffs, sich in glühenden Röhren aus Kohlenwasserstoffen graphitartig auszuscheiden, dürfte indessen von diesem Verfahren nicht viel zu erwarten sein.

Der Lampenruß ist ebenfalls eine sehr fein vertheilte Kohle, die indessen in Folge ihrer größeren Reinheit weit weniger flockig ist als der Flammenruß. Zuweilen besteht er aus zusammenhängenden Lappen, meistens aber aus einem feinen, ungemein leichten, tiefschwarzen Pulver. Dem Umstande, daß der Lampenruß in Folge seiner Fabrikation meistens einer höheren Temperatur ausgesetzt ist als der Flammruß, verdankt er seine geringere Verunreinigung mit empyreumatischen Producten. Die Reinheit des Lampenrußes ist bereits in einem früheren Capitel nach Analysen von Stein, Kubel und J. R. Santos dargethan

---

[1]) Chemiker-Ztg. 1878, S. 248. Dingl. Journ. 231, 177. Chem. News 1878, 38, 94. — [2]) Am. Pat. Nr. 346169. Wagner's Jahresber. 1886, S. 528.

worden. Das specifische Gewicht eines Productes, wie es in Amerika aus natürlichen Gasen erzeugt wird, fand der Letztere [1]) zu 1,729 bei 17°.

Der Lampenruß wird in der gleichen Weise und zu denselben Zwecken angewendet wie der Flammruß, steht aber ungleich höher im Preise, so daß er nur für feinere Arbeiten und bessere Qualitäten von Waaren verwendet werden kann. Für feine Lampenruße aus Gas werden zur Zeit 350 bis 400 Mk. pro 100 kg bezahlt. Eine wichtige Verwendung findet derselbe noch in der Fabrikation der chinesischen Tusche, welche durch Vereinigung von gereinigtem Lampenruß mit der ammoniakalischen Lösung des Niederschlages einer concentrirten Pergamentsolution mit Galläpfelinfusion entsteht. Als Wohlgeruch setzt man etwas Moschustinctur und als Bindemittel stark eingekochte Pergamentsolution zu, verarbeitet die Masse auf dem Reibsteine bis zu vollkommenster Gleichmäßigkeit, formt sie in Stängelchen oder Täfelchen, trocknet sie und bestreicht sie mit dem Saft der Färbedistel, um den Formstücken den der chinesischen Tusche eigenthümlichen Glanz zu geben.

---

[1]) loc. cit. und Chem. News 1878, 38, 94.

III.

Schwärze.

Allgemeine Betrachtungen über die Verkohlung.

Unter dem Einfluß höherer Temperatur bei Luftabschluß zeigen die verschiedenen organischen Körper ein sehr verschiedenartiges Verhalten. Manche derselben, namentlich solche von sehr einfacher Constitution, wie die Kohlenwasserstoffe, Alkohol, Aether ꝛc., können ohne Zersetzung destillirt werden, und nur wenn man ihre Dämpfe weit über den Siedepunkt der Flüssigkeiten erhitzt, erleiden sie eine Umwandlung in andere Substanzen. Wieder andere von complicirterer Constitution, wie z. B. Zucker, manche organische Säuren und die Salze derselben mit anorganischen Basen, namentlich aber solche, die durch den Lebensproceß erzeugt sind, wie z. B. alle Brennmaterialien, zeigen, wenn sie bei Luftabschluß einer höheren Temperatur ausgesetzt werden, das Bestreben, ihre Elemente anders zu gruppiren, wodurch neue Verbindungen entstehen, deren Natur hauptsächlich von der Zusammensetzung des angewandten Materials, dem herrschenden Druck und der Temperatur abhängt, so daß sie ihrer Qualität und Quantität nach sehr variiren und die mannigfaltigsten Verbindungen in fast unbegrenzter Zahl entstehen können. Man bezeichnet diesen Vorgang in der Regel als trockene Destillation, weil die dabei erzeugten Producte großentheils flüchtiger Natur sind. Je nach ihrer Natur zerfallen die organischen Körper unter gleichzeitiger Abscheidung von Kohle, wie wir dies namentlich bei unseren Brennmaterialien, Knochen, Schlempe ꝛc. wahrnehmen; in diesem Falle, der uns hier beschäftigt, nennt man den Proceß eine Verkohlung.

Die Vorgänge der Verkohlung oder trockenen Destillation haben, obgleich die Destillationsproducte aller dieser durch die Hitze zersetzlichen Substanzen je nach der Natur der letzteren in chemischer Beziehung wesentlich verschieden sind, doch meistens das gemeinsam, daß Gase und Dämpfe, die sich zu Flüssigkeiten verdichten, entweichen, während viel Kohlenstoff oder sehr kohlenstoffreiche Körper und die etwa vorhanden gewesenen Aschenbestandtheile zurückbleiben.

Eine jede derartige Zersetzung durch höhere Temperatur verläuft ganz allgemein in der Weise, daß zunächst das hygroskopische Wasser entweicht und dann mit zunehmender Temperatur die flüchtigen Elemente, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, sich in Gasform von dem Kohlenstoff zu trennen streben, und sich theils unter einander, theils mit dem nicht flüchtigen Kohlenstoff zu flüchtigen Substanzen vereinigen, und dies in um so reichlicherem Maße, je höher die Temperatur steigt. Die Menge der entstehenden Zersetzungsproducte ist abhängig von dem Verhältniß zwischen Sauerstoff und Wasserstoff in der zu verkohlenden Substanz, und zwar derart, daß sie um so größer ist, je reicher ein Material an Wasserstoff ist und je mehr der Sauerstoff zurücktritt.

Man hat gewöhnlich angenommen, daß die trockene Destillation von Kohle, bituminösen Schiefern, Wolle und derartigen Substanzen ziemlich unbestimmter Natur ist und keine wiederkehrende Regelmäßigkeit zeigt, wie wir dies beispielsweise bei der Zersetzung der Salze organischer Säuren, z. B. essigsaurem Kali, sehen, bei welchen immer die gleichen, bestimmten Ergebnisse eintreten. Diese Annahme hat Mills[1]) durch eine Reihe interessanter Versuche widerlegt, deren Hauptergebnisse wir nachstehend mittheilen.

Es steht wohl fest, daß Kohle aus Holzsubstanz oder unreiner Cellulose, $n\,C_6H_{10}O_5$, unter dem Einfluß von Hitze, Druck und Zeit entstanden ist. Aus Violette's Ergebnissen über Destillation von Holz geht hervor, daß die Hitze hauptsächlich wasserabspaltend wirkt. Mills hat nun gefunden, daß die Zusammensetzung des Destillationsrückstandes der genannten Materialien bei einer Zersetzungstemperatur von etwa 185° der allgemeinen Formel $n\,C_6H_8O_4$, bei einer Temperatur von etwa 220° $n\,C_6H_6O_3$, und bei etwa 430° der Zusammensetzung $n\,C_6H_2O$ entspricht. Der Endzustand wäre jedenfalls $n\,C_6$ oder $2.n\,C_3$, läßt sich aber unter gewöhnlichen Versuchsbedingungen nicht erreichen.

Auch aus Versuchen von Foster[2]) geht hervor, daß wahrscheinlich den organischen Substanzen, welche verschiedene Arten Kohlen zusammensetzen, eine fundamentale Einheit C_3 zu Grunde liegt, und daß bei der trockenen Destillation ein einfaches Verhältniß des im Theere, im Gase und in freiem Zustande abgeschiedenen Kohlenstoffs besteht. Seine mittleren Resultate, abgesehen von Schwefel, Stickstoff, Feuchtigkeit und Asche, entsprechen folgenden Beziehungen:

a) Für Yorkshire- und Durhamkohle:

	$2\,C_{24}H_{18}O$	$=$	$33\,C$	$+$	$C_{15}H_{34}O$	$+$	H_2O
	org. Subst. in der Kohle		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		61,5		35,7		2,8
gef.:	—		61,5		38,5		

[1]) Journ. of the Soc. of chem. Ind. 1885, p. 325. — [2]) Proc. of the Inst. of Civ. Eng. April 1884.

b) Für schottische Cannelkohle:

$$\underbrace{2\,C_{12}H_{12}O}_{\text{org. Subst. in der Kohle}} = \underbrace{12\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_{12}H_{22}O}_{\text{Gas und Theer}} + \underbrace{H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	100	41,9	52,9	5,2
gef.:	—	41,3	58,7	

Mills hat gezeigt, daß die organische Substanz eines schottischen Durchschnitts-Oelschiefers genau die Zusammensetzung $C_6H_{10}O$ hat und daß derselbe bei mäßiger Temperatur nach folgender Gleichung zerfällt:

$$7\,C_6H_{10}O = \underbrace{18\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_{24}H_{62}O_3}_{\text{Gas und Oel}} + \underbrace{4\,H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	100	31,5	58,0	10,5
gef.:	—	31,2	58,3	10,5

Bei einer hohen Temperatur dagegen haben wir die Gleichung:

$$7\,C_6H_{10}O = \underbrace{6\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_{36}H_{62}O_3}_{\text{Gas und Theer}} + \underbrace{4\,H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	100	10,5	79	10,5
gef.:	—	12,8	76	11,2

Aehnliche Verhältnisse konnte er für Cannel- und Bogheadkohle constatiren. Durch zahlreiche andere Versuche zeigte Mills, daß auch die Verkohlung von Cellulose, Cannose und Wolle immer mit ziemlicher Regelmäßigkeit nach dieser C_3-Einheit oder Vielfachen derselben vor sich geht. Beispielsweise zerfällt Cellulose nach folgender Gleichung:

$$\underbrace{3\,C_6H_{10}O_5}_{\text{org. Subst. der Cellulose}} = \underbrace{12\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_6H_8O_4}_{\text{Gas und Theer}} + \underbrace{11\,H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	100	29,6	29,6	40,8
gef.:	—	27,6	30,0	39,4

Für Cannose ist die Gleichung folgende:

$$\underbrace{C_{12}H_{22}O_{11}}_{\text{org. Substanz}} = \underbrace{9\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_3H_2O}_{\text{Gas und Theer}} + \underbrace{10\,H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	—	31,6	15,8	52,6
gef.:	—	31,5	17,7	50,8

Diese Verhältnisse sprechen ganz augenscheinlich zu Gunsten des bestimmten Verlaufs der Verkohlung genannter Materialien. Es ist wahrscheinlich, daß die organische Substanz in denselben immer durch die Formel $n\,C_3$ ausgedrückt werden

kann, und daß eine sehr einfache Beziehung zwischen dem Kohlenstoff der festen Kohle auf der einen Seite und jenem des Gases und Theers oder Oels auf der anderen Seite existirt. Es ist ebenso klar, daß C_3 die fundamentale Einheit dieser Wirkungen ist, und daß die Vertheilung des Kohlenstoffs in Theer, Gas und rückständige Kohle nur nach dieser Einheit oder Vielfachen derselben geschehen kann. Diese C_3-Einheit zeigt sich sogar in der Zusammensetzung der Gase und Theere. Nach Frankland ist die mittlere Zusammensetzung von 15 Gasproben $= C_{36} H_{140} O_6$ und Mills fand bei Außerachtlassung des Stickstoff- und Schwefelgehalts für

Theer aus London . . . . . $C_{21} H_{22} O_3$,
„ „ schottischer Cannelkohle $C_{18} H_{20} O$.

Was den festen Rückstand anbelangt, der uns hier in erster Linie interessirt, so besteht derselbe im Wesentlichen, wenigstens nach der seither geltenden Annahme, aus Kohlenstoff; die Verschiedenheit zwischen Kohlen verschiedener Abstammung, wie Knochenkohle, Holzkohle, Steinkohlenkohke, beruht hauptsächlich darauf, daß mit dem als Rest der organischen Substanz übrig gebliebenen Kohlenstoff je nach der Art des Materials verschiedene Arten und Gewichtsmengen von Mineralsubstanzen innig gemengt sind. Außerdem wird in der Technik die trockene Destillation bei sehr verschiedenen Temperaturen ausgeführt, ein Umstand, der insofern eine Rolle zu spielen scheint, als dadurch die physikalische Beschaffenheit der Kohle modificirt wird, was vermuthlich mindestens ebenso wichtig ist, als die Verschiedenheit der Ausgangsmaterialien. Nach Lunge[1]) ist es übrigens sehr möglich, daß die Molecüle des Kohlenstoffs in der Holzkohle, dem Koks ꝛc. nicht aus derselben Anzahl von Atomen bestehen. Endlich ist es sicher, daß in diesen Körpern neben dem freien Kohlenstoff auch noch Verbindungen mit Wasserstoff und Sauerstoff vorkommen, deren Isolirung oder selbst Erkennung bis jetzt noch nicht geglückt ist. Trotz alledem steht es fest, daß der organische Theil aller kohligen Rückstände, soweit es die chemischen Hülfsmittel bis jetzt zu unterscheiden vermögen, keine großen Verschiedenheiten darbietet.

Hinsichtlich der Ausbeute und Qualität der Kohlenrückstände für ein und dasselbe Material ist die Verkohlungstemperatur von entscheidendem Einfluß, so zwar, daß je nach der Leitung der Destillation deren Ausbeute um 50 Proc. schwanken kann. Wir haben bereits oben angedeutet, daß in allen Fällen zuerst das mechanisch gebundene, hygroskopische Wasser entweicht, daß dann erst die Theerproducte folgen und endlich bei noch höherer Temperatur Kohlenwasserstoffgase und Kohlenoxyd, deren Quantität von der Temperatur der in Zersetzung begriffenen Substanz abhängt.

Werden die zu verkohlenden Substanzen einer langsam steigenden Temperatur ausgesetzt, so entweicht das hygroskopische und chemisch gebundene Wasser unterhalb der Temperatur, bei welcher eine lebhafte Zersetzung eintritt, und das Wasser kann keinen zerstörenden Einfluß mehr auf den Rückstand ausüben, in Folge dessen eine größere Ausbeute an Kohle erfolgt. Wird hingegen

[1]) Die Industrie der Steinkohlentheer-Destillation. Braunschweig 1882, S. 1.

b) Für schottische Cannelkohle:

$$\underbrace{2\,C_{12}H_{12}O}_{\text{org. Subst. in der Kohle}} = \underbrace{12\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_{12}H_{22}O}_{\text{Gas und Theer}} + \underbrace{H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	100	41,9	52,9	5,2
gef.:	—	41,3	58,7	

Mills hat gezeigt, daß die organische Substanz eines schottischen Durchschnitts-Oelschiefers genau die Zusammensetzung $C_6H_{10}O$ hat und daß derselbe bei mäßiger Temperatur nach folgender Gleichung zerfällt:

$$7\,C_6H_{10}O = \underbrace{18\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_{24}H_{62}O_3}_{\text{Gas und Oel}} + \underbrace{4\,H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	100	31,5	58,0	10,5
gef.:	—	31,2	58,3	10,5

Bei einer hohen Temperatur dagegen haben wir die Gleichung:

$$7\,C_6H_{10}O = \underbrace{6\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_{36}H_{62}O_3}_{\text{Gas und Theer}} + \underbrace{4\,H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	100	10,5	79	10,5
gef.:	—	12,8	76	11,2

Aehnliche Verhältnisse konnte er für Cannel- und Bogheadkohle constatiren. Durch zahlreiche andere Versuche zeigte Mills, daß auch die Verkohlung von Cellulose, Cannose und Wolle immer mit ziemlicher Regelmäßigkeit nach dieser C_3-Einheit oder Vielfachen derselben vor sich geht. Beispielsweise zerfällt Cellulose nach folgender Gleichung:

$$\underbrace{3\,C_6H_{10}O_5}_{\text{org. Subst. der Cellulose}} = \underbrace{12\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_6H_8O_4}_{\text{Gas und Theer}} + \underbrace{11\,H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	100	29,6	29,6	40,8
gef.:	—	27,6	30,0	39,4

Für Cannose ist die Gleichung folgende:

$$\underbrace{C_{12}H_{22}O_{11}}_{\text{org. Substanz}} = \underbrace{9\,C}_{\text{fester Kohlenstoff}} + \underbrace{C_3H_2O}_{\text{Gas und Theer}} + \underbrace{10\,H_2O}_{\text{org. Wasser}}$$

ber.:	—	31,6	15,8	52,6
gef.:	—	31,5	17,7	50,8

Diese Verhältnisse sprechen ganz augenscheinlich zu Gunsten des bestimmten Verlaufs der Verkohlung genannter Materialien. Es ist wahrscheinlich, daß die organische Substanz in denselben immer durch die Formel $n\,C_3$ ausgedrückt werden

kann, und daß eine sehr einfache Beziehung zwischen dem Kohlenstoff der festen Kohle auf der einen Seite und jenem des Gases und Theers oder Oels auf der anderen Seite existirt. Es ist ebenso klar, daß C_3 die fundamentale Einheit dieser Wirkungen ist, und daß die Vertheilung des Kohlenstoffs in Theer, Gas und rückständige Kohle nur nach dieser Einheit oder Vielfachen derselben geschehen kann. Diese C_3-Einheit zeigt sich sogar in der Zusammensetzung der Gase und Theere. Nach Frankland ist die mittlere Zusammensetzung von 15 Gasproben $= C_{36}H_{140}O_6$ und Mills fand bei Außerachtlassung des Stickstoff- und Schwefelgehalts für

Theer aus London . . . . . $C_{21}H_{22}O_3$,
„ „ schottischer Cannelkohle $C_{18}H_{20}O$.

Was den festen Rückstand anbelangt, der uns hier in erster Linie interessirt, so besteht derselbe im Wesentlichen, wenigstens nach der seither geltenden Annahme, aus Kohlenstoff; die Verschiedenheit zwischen Kohlen verschiedener Abstammung, wie Knochenkohle, Holzkohle, Steinkohlenkohke, beruht hauptsächlich darauf, daß mit dem als Rest der organischen Substanz übrig gebliebenen Kohlenstoff je nach der Art des Materials verschiedene Arten und Gewichtsmengen von Mineralsubstanzen innig gemengt sind. Außerdem wird in der Technik die trockene Destillation bei sehr verschiedenen Temperaturen ausgeführt, ein Umstand, der insofern eine Rolle zu spielen scheint, als dadurch die physikalische Beschaffenheit der Kohle modificirt wird, was vermuthlich mindestens ebenso wichtig ist, als die Verschiedenheit der Ausgangsmaterialien. Nach Lunge[1]) ist es übrigens sehr möglich, daß die Molecüle des Kohlenstoffs in der Holzkohle, dem Koks ꝛc. nicht aus derselben Anzahl von Atomen bestehen. Endlich ist es sicher, daß in diesen Körpern neben dem freien Kohlenstoff auch noch Verbindungen mit Wasserstoff und Sauerstoff vorkommen, deren Isolirung oder selbst Erkennung bis jetzt noch nicht geglückt ist. Trotz alledem steht es fest, daß der organische Theil aller kohligen Rückstände, soweit es die chemischen Hülfsmittel bis jetzt zu unterscheiden vermögen, keine großen Verschiedenheiten darbietet.

Hinsichtlich der Ausbeute und Qualität der Kohlenrückstände für ein und dasselbe Material ist die Verkohlungstemperatur von entscheidendem Einfluß, so zwar, daß je nach der Leitung der Destillation deren Ausbeute um 50 Proc. schwanken kann. Wir haben bereits oben angedeutet, daß in allen Fällen zuerst das mechanisch gebundene, hygroskopische Wasser entweicht, daß dann erst die Theerproducte folgen und endlich bei noch höherer Temperatur Kohlenwasserstoffgase und Kohlenoxyd, deren Quantität von der Temperatur der in Zersetzung begriffenen Substanz abhängt.

Werden die zu verkohlenden Substanzen einer langsam steigenden Temperatur ausgesetzt, so entweicht das hygroskopische und chemisch gebundene Wasser unterhalb der Temperatur, bei welcher eine lebhafte Zersetzung eintritt, und das Wasser kann keinen zerstörenden Einfluß mehr auf den Rückstand ausüben, in Folge dessen eine größere Ausbeute an Kohle erfolgt. Wird hingegen

[1]) Die Industrie der Steinkohlentheer-Destillation. Braunschweig 1882, S. 1.

das Holz rasch auf eine hohe Temperatur gebracht und darin erhalten, so wirken die noch nicht entfernten Wasserdämpfe, sowie Kohlensäure auf den bereits glühenden Kohlenstoff ein; erstere erzeugen damit Wasserstoff und Kohlenoxydgas, letztere Kohlenoxydgas, und das Ausbringen an fester Kohle nimmt um so mehr ab, je rascher und höher die Temperatur steigt, weil sich damit auch die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zu den flüchtigen Elementen steigert. Dies geht zur Evidenz aus den bereits mitgetheilten Versuchen von Mills und aus den nachfolgenden von demselben Autor hervor: die organische Substanz der Durchschnittscannelkohle hat die Zusammensetzung $C_9H_{12}O$. Sie zerfällt bei hoher Temperatur nach folgendem Schema:

	$4\,C_9H_{12}O$	=	$24\,C$	+	$C_{12}H_{46}O_3$	+	H_2O
ber.:	100		52,9		43,8		3,3
gef.:	—		52,5		43,9		3,6

bei niedriger dagegen:

	$4\,C_9H_{12}O$	=	$27\,C$	+	$C_9H_{46}O_3$	+	H_2O
ber.:	100		59,6		37,1		3,3
gef.:	—		58,1		38,1		3,6

Desgleichen zerfällt Bogheadkohle, wie folgt, bei niedriger Temperatur:

	$3\,C_{12}H_{20}O$	=	$15\,C$	+	$C_{21}H_{58}O_2$	+	H_2O
ber.:	100		33,3		63,3		3,3
gef.:	—		33,3		64,1		2,6

bei hoher Temperatur:

	$3\,C_{12}H_{20}O$	=	$6\,C$	+	$C_{30}H_{58}O_2$	+	H_2O
ber.:	100		13,3		83,3		3,3
gef.:	—		12,8		84,6		2,6

Nach Karsten[1]) erzielt man bei der raschen Verkohlung des Holzes nur halb so viel Kohle, als bei langsam geleiteter Operation erhalten wird. Zu dem gleichen Resultate gelangte auch Violette[2]), dem wir die genauesten Studien über die Verkohlung des Holzes, sowie über den Einfluß der verschiedenen Temperaturen dabei verdanken. Endlich fand Pettenkofer[3]), daß man aus Holz bei niedriger Temperatur ein zur Beleuchtung unbrauchbares, kohlenstoffarmes Gas erhält, während bei höherer Temperatur ein dem Steinkohlengas ähnliches Product erfolgt, indem der im letzteren Falle bei der Verkohlung verloren gehende Kohlenstoff ins Leuchtgas übergeht.

Daraus geht für unsere Zwecke ohne Weiteres hervor, daß man, um eine gute Ausbeute zu erzielen, möglichst getrocknetes Material anzuwenden hat und dies nicht plötzlich einer sehr starken Hitze aussetzen darf, sondern allmälig anheizen muß, um dem verdampfenden Wasser Gelegenheit zu geben, abzuziehen, ehe der kohlige Rückstand zu stark erhitzt ist.

---

[1]) Metallurgie 3, 34. — [2]) Dingler's Journ. 123, 117. — [3]) Journ. f. prakt. Chemie 71, 385.

Weit mehr als in der Beschaffenheit des kohligen Rückstandes kommen die Verschiedenheiten des hier in Frage stehenden Ausgangsmaterials in der Qualität der flüchtigen Destillationsproducte zum Ausdruck. Beim Holze, dessen Stickstoffgehalt sehr gering ist, sind die Producte des wässerigen Destillates saurer Natur, indem in ihnen Essigsäure neben Holzgeist und Aceton die größte Rolle spielt; das ölige Destillat, der Holztheer, besteht hauptsächlich aus Phenolen und Derivaten derselben. Aehnlich verhalten sich fossile Pflanzenreste jüngerer Formationen, wie Torf, Braunkohle ꝛc., welche übrigens bisweilen, wenn sie älteren Ursprungs sind, ein ammoniakalisches Destillat liefern, während der Theer desselben hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen der Fettreihe besteht. Thierische Substanzen, wie Knochen, Horn ꝛc., liefern ein wässeriges Destillat, bestehend aus einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, die durch theerige Producte verunreinigt ist; der ölige Theil besteht aus allen möglichen Zersetzungsproducten stickstoffhaltiger organischer Substanzen, Kohlenwasserstoffen, hauptsächlich aber Basen der aromatischen und Fettreihe, sowie indifferenten stickstoffhaltigen Körpern.

Die Verarbeitung aller dieser Producte ist Gegenstand einer Reihe von blühenden Industriezweigen, und kann um so eher hier übergangen werden, als sich ihre besondere Gewinnung kaum verlohnt, wenn es sich bloß um die Erzeugung von Schwärze handelt, und die Darstellung von Kohlenproducten zu anderen als tinctorialen Zwecken ausgeschlossen ist. Zudem ist die Literatur nicht arm an guten Specialwerken für die einzelnen Gegenstände, so daß sich Derjenige, der sich speciell für etwaige Verwerthung der Destillationsproducte interessirt, rasch orientiren kann.

Materialien zur Schwärzefabrikation.

Bei der Erzeugung von Schwärzen kommt es in erster Linie darauf an, ein Material zu besitzen, welches beim Verkohlen eine lockere Kohle liefert, die sich leicht in ein feines Pulver verwandeln läßt. Es ist dabei natürlich auch nicht gleichgültig, in welchen Apparaten und bei welchen Temperaturen man die Verkohlung vornimmt. Neben der Güte des Materials hängt hiervon hauptsächlich die Qualität des zu erzielenden Schwarz ab. Namentlich die Temperatur spielt eine sehr große Rolle. Erhitzt man z. B. das zu verarbeitende Material bis zur hellen Rothgluht, so resultirt ein fester, glänzender Koks, welcher beim darauffolgenden Mahlen ein unansehnliches grünstichiges Schwarz liefert, während aus demselben Material bei dunkler Rothgluht ein außerordentlich tiefes, sammtartiges, zartes Schwarz entsteht. Materialien, welche bei der Verkohlung eine feste Kohle in Stücken liefern, eignen sich nicht zur Fabrikation der Schwärzen, z. B. verschiedenes Stammholz, während andere, welche sich in weniger compactem Zustande oder in loserer Vereinigung befinden, sich ausgezeichnet hierzu verwenden lassen.

Die Wahl des Materials ist also mit die Hauptsache bei der Fabrikation der Schwärze und diese ergiebt sich schon von selbst, wenn wir die Namen der verschiedenen Schwärzen uns vergegenwärtigen. Wir haben Weinschwarz, Reb-

schwarz, Frankfurter Schwarz, Pariser Schwarz, Drusenschwarz aus Rückständen der Weinbereitung, Hefe und Treber; ferner Spanisch-Schwarz aus Korkabfällen, Kernschwarz aus Nuß- und Mandelschalen sowie Kernen des Steinobst, Elfenbeinschwarz, Beinschwarz aus Elfenbein- und Knochenabfällen und dergleichen mehr. Wir sehen also, daß hauptsächlich gewisse Rückstände auf Schwarz verwerthet werden. Sehr gut sollen sich noch eignen Oelkuchen, Obstweintreſter, Roßkastanien, Hopfenranken, Weiden-, Pappel-, Linden- und Erlenholz, Haselnußstauden, sowie das Holz vom Faulbaum, der Traubenkirsche und vom Spindelbaum. Diese Materialien sind ohne Zweifel schon alle auf Schwärze verarbeitet worden und diesem Umstande verdanken wir die mannigfache Anzahl von Namen für denselben Gegenstand, die heute indessen nur mehr die Rolle einer Qualitätsbezeichnung spielen.

Man fabricirt jetzt die Schwärzen aus Materialien, die leichter zu beschaffen und leichter zu verarbeiten sind. Oft geht daher im Handel eine Schwärze unter dem Namen Rebschwarz, die aus einem viel gewöhnlicheren Material, vielleicht Braunkohle oder bituminösem Schiefer, hergestellt ist. Man kann daher ohne Uebertreibung behaupten, das Hauptmaterial zur Darstellung aller oben genannten Schwärzen liefern gewisse Braunkohlenflötze und bituminöse Schieferablagerungen, während die Rückstände der Weinbereitung nur in zweiter Linie in Betracht kommen. Dies kommt nicht etwa daher, daß die Weinrückstände höher im Preise stehen, sondern es ist dies lediglich dem Umstande zuzuschreiben, daß dieselben vor ihrer Verwendung in Folge ihres hohen Feuchtigkeitsgehaltes eine weit umständlichere Behandlung beanspruchen, welche zu der vielleicht etwas besseren Qualität des resultirenden Productes in keinem Verhältniß steht. So viel steht fest, daß die bis in die neueste Zeit schwunghaft betriebene Fabrikation von Rebschwarz durch die Fabrikation des gleichen Productes aus anderen Materialien mehr und mehr verdrängt wird. Dies ist eine ganz natürliche Folge der Verhältnisse, da jene anderen Materialien fortwährend und zu billigem Preise zu haben sind, während Treſter und Hefe, auch als ein gutes Viehfutter geschätzt, dem entsprechend im Preise stehen und nicht immer in den erwünschten Quantitäten zu beziehen sind. Außerdem bedingt die Verarbeitung von Weinrückständen in allen Fällen einen gewissen Aufwand von Transportkosten, welcher bei Braunkohlen oder bituminösen Schiefern fortfällt, da man hier in der Lage ist, sein Etablissement in unmittelbarer Nähe der Fundorte anzulegen. Die Fabrikation der Schwärze kann daher vortheilhaft mit der Kohkerei oder Theerschweelerei in Verbindung gebracht werden, um so mehr, als für beide Industriezweige die Arbeit bis zu einem gewissen Punkte dieselbe ist. Man hat in diesem Falle sogar noch den Vortheil, daß man, natürlich bei sorgfältiger Auswahl, alle jene Producte auf Schwärze verarbeitet, welche sich als Koks nicht wohl verwerthen lassen.

Hier ist der Ort, um über die Natur des Rohmaterials das Wissenswertheste einzuflechten. Treſter und Hefe, sowie die übrigen Abfälle anderer Gewerbe und Industrien werden der Natur der Sache nach stets annähernd die gleiche Qualität haben. Man wird also bei ihrer Verarbeitung nicht in die Lage kommen, eine besondere Auswahl treffen zu müssen. Treſter und Hefe werden zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten stets dasselbe Schwarz liefern, wenn anders

sie unter gleichen Bedingungen verkohlt und präparirt worden sind. Anders dagegen ist es mit den fossilen Brennmaterialien, der Braunkohle und dem bituminösen Schiefer, die je nach ihren besonderen Ablagerungsverhältnissen ein anderes Verhalten zeigen.

Was zunächst die Braunkohlen anbelangt, so steht es fest, daß dieselben bereits den alten Griechen bekannt waren, daß aber die erste richtige Erklärung ihrer Entstehung erst gegen das Jahr 1540 von einem Deutschen, Valerius Cordus, gegeben worden ist. Sie finden sich in der Natur meist in Flötzen von beschränkter Flächenausdehnung, häufig von großer Mächtigkeit und variirend von 8 bis etwa 40 cm. Sie bilden mit Ablagerungen von Sand, Sandstein Kalkstein, Mergel und Thon die sogenannte Braunkohlenformation des Tertiärs, finden sich aber zuweilen auch als Ablagerungen im Diluvium und Alluvium. Ihre Entstehung ist auf die Verwesung und Vermoderung der Flora jener Formationen zurückzuführen, und sie zeigen je nach dem Vorschreiten jener Zersetzungen eine große Verschiedenheit in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften. Es ist schon mehrfach gelungen, die Umwandlung von Grubenzimmerung in Braunkohlen in nachweisbarer Zeit zu beobachten, so daß über die Art ihrer Entstehung ein Zweifel nicht mehr obwalten kann.

Manche Sorten von Braunkohlen können leicht mit Steinkohle verwechselt werden, doch giebt es gewisse Unterscheidungsmerkmale, die sich auf das Verhalten beider Fossilien zu chemischen Reagentien gründen. So lösen nach Fremy caustische und unterchlorigsaure Alkalien, Salpetersäure, fossiles Holz und holzartige Braunkohlen, nicht aber Steinkohlen. Morawsky und Schinnerer[1]) fanden, daß Braunkohlen unter dem Einfluß der schmelzenden Alkalien stets Brenzcatechin lieferten, während Steinkohlen diesen Körper nicht gaben. Zincken[2]) glaubt, daß derartige Unterschiede für das relative Alter der Kohlen nicht maßgebend sein dürfen und betrachtet als Braunkohle alle diejenigen Vorkommen, welche sich auf die Tertiärperioden erstrecken. Ein weiteres Kennzeichen zur Unterscheidung ist auch dies, daß die Grubengase, welche bei der Förderung frei werden, nicht wie bei der Steinkohle aus Kohlenwasserstoffen, sondern vornehmlich aus Kohlensäure bestehen[3]).

Was die verschiedenen Arten der Braunkohle anbelangt, so unterscheidet man faserige Braunkohle oder Lignit, muschelige und erdige Braunkohle. Jede dieser nach dem Alter und der Beschaffenheit der Rohrpflanzen, woraus sie entstanden sind, und im Zusammenhang damit nach ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung verschiedenen Species zerfällt in eine Reihe einzelner Varietäten.

Lignit oder faserige Braunkohle bildet mehr oder weniger fossile Holzmassen, zuweilen mächtige Stämme von 3 m Durchmesser mit 3780 Jahresringen und vollständig erhaltener Holzstructur. Er ist von dunkelbrauner bis gelber Farbe, hat eine Härte von 1 bis 2, ein specifisches Gewicht von 0,5 bis 1,4 und einen dem Charakter des Holzes entsprechenden Bruch. Varietäten sind Bastkohle und Nadelkohle.

---

[1]) Dingl. Journ. 204, 167. — [2]) Die Braunkohle und ihre Verwerthung. Hannover 1865. — [3]) Kolbe, Journ. f. prakt. Chemie 1872, 6, 79.

Zu den muscheligen Braunkohlen gehören die Moorkohle, welche in derben Massen, ohne Holztextur vorkommt; sie hat flachmuscheligen Bruch, ist dickschieferig, meist locker, schwammig und zerbrechlich, von dunkelbrauner bis pechschwarzer Farbe. Specif. Gewicht 1,2 bis 1,3. Sie ist meist Begleiter des Lignits und findet sich dann in seinen unteren Schichten. Ferner ist hierher zu rechnen die Pechkohle von schwarzbrauner bis pechschwarzer Farbe, unvollkommenem Bruch, Fettglanz und braunem Strich. Härte 2,5; specif. Gewicht 1,2 bis 1,3. Sie findet sich in der Nähe eruptiver, feurigflüssig gewesener Gesteinsmassen. Glanzkohle, eine derbe, dunkelschwarze Kohle von starkem Glanz und vollkommen muschelig. Sie repräsentirt die eigentliche Muschelkohle, besitzt eine Härte von 2,5 bis 3,0 und ein specifisches Gewicht von 1,2 bis 1,5. Hierher gehört auch noch der Gagat, der unter dem Namen Jet zu Schmucksachen verarbeit wird.

Die bis jetzt genannten Arten und Varietäten eignen sich sammt und sonders gut zur Erzeugung von Schwärze; dagegen ist die erdige oder gemeine Braunkohle hierzu nicht zu verwenden, da sie in Folge ihrer mehr erdigen Beschaffenheit ein viel zu geringes Product liefern würde. Sie fühlt sich rauh an, ist ohne alle organische Structur, mehr oder weniger zerreiblich und von hell- bis dunkelbrauner Farbe. Dies läßt sich indessen nur ganz allgemein sagen und es wechselt für den einzelnen Fall die Beschaffenheit der Braunkohle außerordentlich. Ob eine solche zur Schwärzefabrikation brauchbar ist, läßt sich am besten durch den Versuch entscheiden. Aus einer Reihe von Versuchen schließt Matthey, daß die gasreichsten, somit eine geringe Ausbeute an Koks gebenden, die geeignetsten, böhmische und verwandte Qualitäten somit von vornherein auszuschließen sind. Der Aschengehalt der Braunkohlen schwankt zwischen 1 bis 58 Proc. (durchschnittlich 5 bis 15 Proc.) und zwar besitzt die erdige Braunkohle durchweg für das gleiche Vorkommen den höheren Aschengehalt. Die in den Braunkohlen enthaltene organische Substanz besitzt im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	63 Proc.
Wasserstoff	5 „
Sauerstoff	32 „
	100 Proc.

Was die Productionsverhältnisse der Braunkohle anbelangt, so förderte Deutschland im Jahre 1872 9018053 t à 1000 kg, und zwar entfallen davon auf Preußen 82,61 Proc., Sachsen 6,67 Proc., Anhalt 5,18 Proc., Bayern 0,13 Proc., Elsaß-Lothringen 0,02 Proc., thüringische Staaten 2,76 Proc., Braunschweig 2,06 Proc., Hessen 0,52 Proc. und Mecklenburg 0,05 Proc. 1881 betrug dieselbe schon 12852324 t und stieg im Jahre 1882 auf 13259616 t, die sich wohl annähernd in gleichem Verhältniß auf die einzelnen deutschen Staaten vertheilen dürften.

Was das zweite fossile Rohmaterial, die bituminösen Schiefer, Papier- oder Blätterschiefer, anbelangt, so ist die Verbreitung derselben im Sedimentärgestein ganz allgemein. Sie sind durchaus nicht an die Kohlenflötze gebunden sondern sie finden sich noch in zahllosen anderen Gesteinen, wie im

Zechstein, Lias, Kohlengebirge ꝛc. Es sind dies der Bogheadkohle sich nähernde thonige und mergelige Schiefer, welche wegen ihres Gehaltes an Bitumen mit rußender Flamme am Lichte brennen. Ihr Vorkommen ist ein sehr verbreitetes; in Deutschland finden sich solche Schiefer unter anderem im Siebengebirge, am Rhein bei Bonn, bei Bielefeld, Bruchsal und hauptsächlich in Württemberg bei Reutlingen, wo nach der Berechnung Quenstedt's[1]) eine einzige Quadratmeile des bituminösen Schiefers im oberen Lias (Posidonienschiefer) mindestens 200 Millionen Zentner Schieferöl zu liefern im Stande ist. Weitere bedeutende Lager finden sich zu Bouvant und Autun in Frankreich, sowie in Ungarn und im Banat.

Man hat auch versucht, durch Mischen geeigneter organischer und unorganischer Substanzen in passenden Verhältnissen ein brauchbares Material zur Schwärzeerzeugung zu gewinnen. Newton[2]) ließ sich in England 1854 ein Patent ertheilen auf die Darstellung von Schwärze aus einem Gemisch von 200 Thln. gelöschtem Kalk, 160 Thln. Gastheer und 18 Thln. Alaun. Der homogene Teig wird in Tiegeln oder Retorten stark erhitzt, und das Product bei Luftabschluß abkühlen lassen. Durch Aenderung des Verhältnisses zwischen Theer und Kalk sollen sich alle Nüancen zwischen Braun und Grau darstellen lassen.

Einen ähnlichen Vorschlag macht Gatehous[3]) in Bath; derselbe will Braunkohle mit Wasserglas tränken und dann der trockenen Destillation unterwerfen. Durch Verflüssigung der Dämpfe sollen Farbstoffe (?) erhalten werden, während der Destillationsrückstand als schwarze Farbe oder als Desinfectionsmittel Verwendung finden soll.

Fabrikation der Schwärze.

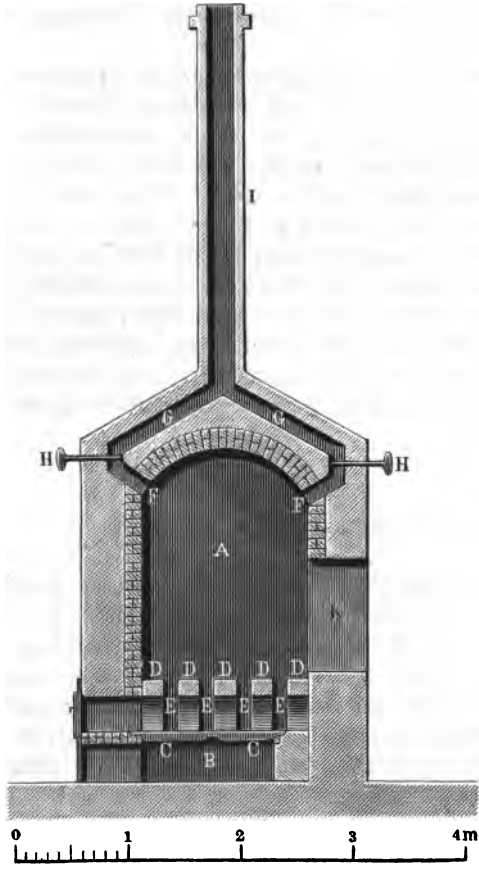
Die ersten Anfänge der fabrikmäßigen Erzeugung von Schwärze fallen in die Zeit der primitivsten Einrichtungen zur Gewinnung von Holzkohlen, die sogenannten Meiler. Man betrieb diese Fabrikation unter Berücksichtigung des eigenthümlichen Zustandes, in welchem sich das Material zur Schwärzeerzeugung befand, ganz wie die Meilerverkohlung, und obwohl diese Arbeitsweise in qualitativer wie in quantitativer Hinsicht nur ungünstige Resultate ergeben hat, so hat sich dies Verfahren doch bis in die neueste Zeit an einzelnen Orten erhalten, wenngleich es auch nirgends in fabrikmäßiger Ausdehnung betrieben wird. Torf und Braunkohle, sowie auch die übrigen oben angeführten Materialien schwinden nämlich bei der Meilerverkohlung derart, daß die Decke des Meilers Risse bekommt, wodurch viel Luft in das Innere eindringt. In Folge dessen verbrennt aber nicht allein ein großer Theil der gebildeten Kohle, sondern es findet auch eine so intensive Erhitzung der übrig bleibenden statt, daß sie beim Vermahlen ein minderwerthiges Product liefert, ganz abgesehen von der Verunreinigung, welche die Schwärze durch die Aschenbestandtheile der verbrennenden Kohle erleidet.

---

[1]) Epochen der Natur. Tübingen 1877, S. 195. — [2]) Dingl. Journ. 136, 398. — [3]) Engl. Pat. 1883, Nr. 1557.

Mit wenig besserem Erfolge hat man sich späterhin der geschlossenen Koksöfen bedient, wie sie noch heute in Schlesien theilweise zur Kokserzeugung aus Steinkohle im Gebrauch sind. Auch hier ist die Erhitzung des Materials eine zu ungleichmäßige, als daß man erwarten könnte, eine Kohle von brauchbarer Beschaffenheit zu erzielen; man war deshalb gezwungen, auch diese Fabrikationsweise zu verlassen, um sich schließlich einem Verfahren zuzuwenden, welches bereits seit langer Zeit zur Erzeugung von Knochenkohle in großem Maßstabe ausgeführt wurde und darin bestand, daß man die zerkleinerten Knochen in irdene oder eisene Töpfe brachte, und diese in einem Flammofen so lange der Glühhitze aussetzte, bis die Knochen gar gebrannt waren. Bei der Analogie der für die Darstellung der Schwärze maßgebenden Verhältnisse muß es Wunder nehmen, daß dies Verfahren nicht schon früher in Anwendung gekommen ist.

Fig. 34.



So entstanden nach einem Berichte von F. Matthey[1]) in Nassau und bei Kassel die ersten Anlagen, die, nach diesem Systeme arbeitend, unter Benutzung nur geringer Vorsichtsmaßregeln aus Braunkohle stets eine gleichmäßig tiefschwarze, lockere Kohle erzielten, die durch weitere Behandlung in entsprechenden Mahlvorrichtungen eine eben solche Schwärze lieferte. Derartige Anlagen sind in Folge der Einfachheit ihrer Construction sowie ihrer Billigkeit noch vielfach im Gebrauche, wenngleich sie auch durch solche mit continuirlichem Betriebe nach und nach verdrängt werden.

Wir haben die Beschreibung des obenstehenden Calcinirofens (Fig. 34) schon an einem anderen Orte gegeben und können uns also hier lediglich auf die

[1]) Deutsche Industriezeitung 1877, S. 204.

Schilderung des Verfahrens beschränken. Nachdem die Töpfe richtig gepackt sind, geschieht die Beschickung durch die Arbeitsöffnung auf die früher angegebene Weise und unter Beobachtung der dort angegebenen Vorsichtsmaßregeln in Bezug auf die Lutirung der Töpfe unter sich. Man sorgt dafür, daß der Ofen in circa 18 bis 20 Stunden die Dunkelrothgluht erreicht; die Destillationsproducte brechen sich in Menge durch die Fugen des Verstrichs Bahn, verbrennen mit dem überschüssigen Sauerstoff der zwischen den Töpfen aufsteigenden Feuergase und unterstützen dadurch wesentlich die Verkohlung im oberen Theil des Ofens. Es ist aus diesem Grunde eine gleichmäßige Erhitzung der ganzen Beschickung unschwer zu erreichen. Zur Umwandlung der Braunkohlen oder Weinrückstände in tiefschwarze Kohle genügt die Dunkelrothgluht während einer Zeitdauer von fünf bis sechs Stunden. Ein längeres Erhitzen oder höhere Temperatur können der Qualität des resultirenden Schwarz nur schädlich sein, insofern letzteres dann einen grünblauen Ton annimmt, der besonders nach dem Feinmahlen deutlich hervortritt.

Nach beendigter Operation müssen die Thüren der Feuerung sowie des Aschenfalls geschlossen und, wenn nöthig, mit Lehm verstrichen werden; man schließt auch die Schieber zum Schornstein und überläßt das Ganze bis zur genügenden Abkühlung sich selbst.

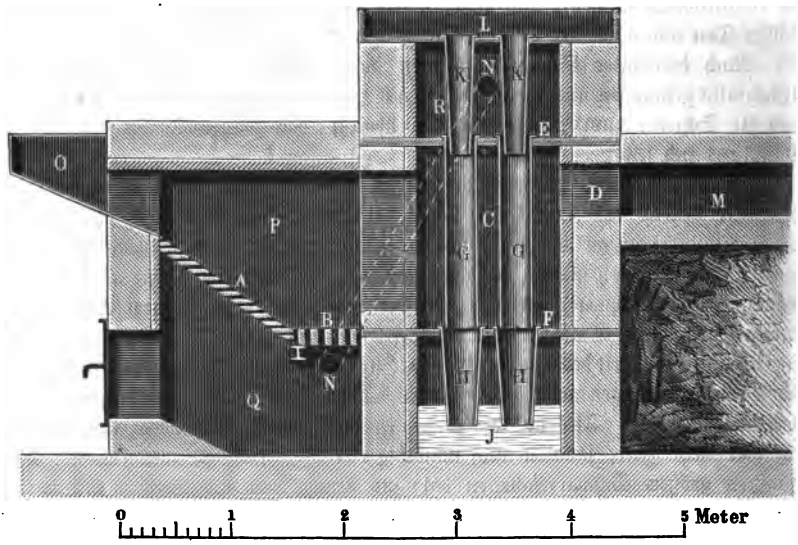
Man muß beim Entleeren des Ofens und der Töpfe mit größter Vorsicht zu Werke gehen; der Inhalt der Töpfe hat die Eigenschaften eines Pyrophors und entzündet sich, an die Luft gebracht, schon bei einer ziemlich niedrigen Temperatur. Matthey glaubt, daß dies von dem Gehalt dieser Kohle an fein vertheiltem freiem Schwefel herrührt, welcher sein Vorhandensein dem Gehalt der Braunkohlen ꝛc. an Sulfaten oder Schwefeleisen verdankt. Die Töpfe, namentlich jene im unteren Theil des Ofens, sind einer starken Abnutzung ausgesetzt; sie werfen sich leicht, zerspringen wohl auch hin und wieder und müssen daher öfters ausgewechselt werden. Dies und die intermittirende Art des Betriebes, welche nicht nur viel mehr Zeit, sondern auch unnöthig viel Brennmaterial beansprucht, veranlaßten größere Schwärzefabriken bald zur Anlage von Retortenöfen mit continuirlicher Verkohlung. Man hat diese Oefen in verschiedener Construction ausgeführt: sowohl mit liegenden als auch mit stehenden Retorten, mit Einrichtung zur Gewinnung der Nebenproducte, als auch zur Ausnutzung derselben als Heizmaterial bei dem Proceß selbst, für den Betrieb mit directer Feuerung wie für einen solchen mit überhitztem Dampf. Jedes dieser Systeme hat seine gewissen Vorzüge, die es in dem einen oder anderen Falle besser geeignet erscheinen lassen.

Was zunächst die Anlagen mit stehenden Retorten anbelangt, so verbindet man in der Regel damit keine Verwerthung der entstehenden Destillationsproducte durch Condensation, sondern man leitet dieselben unter die Feuerung, wo sie verbrennen und den Verkohlungsproceß unterstützen. Einen derartigen, continuirlich wirkenden Ofen (Fig. 35, a. f. S.) beschreibt Matthey [1]) und fügt hinzu, daß nach seinen bisherigen Ermittelungen dieser Ofen neben einigen anderen Systemen bei Weitem die Hauptmasse der zur Schwärzefabrikation dienenden Koks liefert. Derselbe besteht aus dem Feuerraume *P*, welcher oben durch ein flaches Gewölbe

[1]) Deutsche Industriezig. 1877, S. 204.

geſchloſſen iſt und ſich hinten nach oben und ſeitwärts in den eigentlichen Glühraum *C* von 1,32 m Länge, 0,90 m Breite und 1,66 m Höhe erweitert. Als Roſt hat ſich für Braunkohlenbrand ein Treppenroſt *A* von 1,63 m Länge und 0,72 m Breite bei einem Fallwinkel von 34° bewährt. An deſſen unteres, gleichzeitig auch inneres Ende ſchließt ſich ein kleiner Planroſt *B* an, durch deſſen horizontale Bewegungen vermittelſt einer Zugſtange ein Nachrollen des Brennmaterials aus dem Blechkaſten *O* veranlaßt wird. Die Seitenwände des Glühraumes ſind mit feuerfeſtem Material ausgemauert; die Rückſeite enthält zwei mehr hohe als breite Oeffnungen *D*, welche ſymmetriſch angebracht ſind und zum Abzuge der Feuergaſe nach dem Schornſtein dienen. Die Decke und der Boden des Glühraumes werden durch zwei ſtarke gußeiſerne Platten *E* und *F* von

Fig. 35.



mindeſtens 3 cm Dicke gebildet, mit je fünf kreisrunden Oeffnungen zur Aufnahme der Retorten *G* und der Kühlcylinder *H*. Die gußeiſernen Retorten haben eine Wandſtärke von 25 mm, eine Höhe von 1,69 m und eine lichte Weite von 220 mm. Sie werden durch die erwähnten fünf Oeffnungen der oberen Gußplatte hindurchgeſteckt, hängen ſich in letzterer mit ihrem ringförmigen, flantſchartigen Bord auf und reichen eben bis zu den correſpondirenden, für die Aufnahme der ſchwarzblechenen Kühlcylinder *H* beſtimmten, um ein weniges kleineren fünf Oeffnungen der unteren Gußplatte.

Die Kühlcylinder hängen gleichfalls durch Vermittelung eines Flantſch in derſelben Weiſe in der unteren Gußplatte; ſie haben eine etwas geringere Weite als die Retorten, von denen ſie gleichſam die Verlängerung nach unten bilden. Bei einer Länge von 0,83 m tauchen dieſelben 0,15 m tief in einen unter dem Glühraum befindlichen Waſſerbehälter *J*, ſo daß ſie von dem Boden des letzteren noch etwa 0,24 m abſtehen.

Zur Füllung der Retorten dienen fünf Trichter *K* von dünnem Gußeisen, welche bei Beginn des Betriebes sammt den Cylindern, den unteren wie den oberen, mit dem zu verbrennenden Material, oder besser dem Koks desselben, gefüllt werden. Diese Trichter haben unten einen geringeren Durchmesser als die Retorten, so daß zwischen den Wandungen beider ein Spielraum von ringsum 5 mm bleibt; sie reichen mit ihrem Rande 5 cm in den Hals der Retorte hinein. Aus dem unteren Ende des Kühlcylinders tritt dabei ein dessen Entfernung vom Boden des Wasserbassins entsprechendes Quantum in Form eines kegelförmigen Haufens heraus. Sobald der Ofen auf Dunkelrothgluht gebracht ist, zieht man vermittelst einer genügend breiten Krücke jene ausgetretene Kohle seitwärts heraus; ein gleiches Quantum tritt sofort aus dem Kühlcylinder an dessen Stelle, sowie sich derselbe gleichzeitig wieder aus der Retorte, diese aus dem Trichter und letzterer sich aus dem Vorrathsraume über der oberen Platte *L* füllt. Jede solche Operation, die von zwei zu zwei Stunden vorzunehmen ist, ergiebt pro Retorte 30 Liter Koks; bei anfänglicher Füllung mit Rohmaterial sind die erstentnommenen Partien selbstverständlich aus dem Bassin zu entfernen, bis nur wohl durchglühter Koks an die Reihe kommt.

Die in der Retorte in bedeutender Menge sich entwickelnden Gase entweichen durch die ringförmige Spalte, die man absichtlich zwischen dem Halse der Retorte und dem Trichterfuß gelassen hat, und sammeln sich in dem Raume *R* zwischen der obersten und mittleren Platte und werden durch ein genügend weites Rohr *N* unter die Feuerung geleitet, um mit der Verbrennungsluft in dieselbe eingesaugt und mit verbrannt zu werden.

Die Reibungswiderstände, welche die Gase bei einem Austritte durch die im Trichter befindliche Schicht klarer Kohlen zu überwinden hätten, sind merklich größer als die, welche sie auf dem vorbezeichneten Wege vorfinden; nach unten hindert der Wasserverschluß ein Entweichen in dieser Richtung, es ist demnach besondere Sorgfalt darauf zu verwenden, daß jene stets gefüllt erhalten bleiben, weil das Niveau der Kohle nicht allein periodisch in Folge des Abziehens der Koks, sondern auch außerdem continuirlich in Folge der steten Volumenreduction im Glühraume sinkt.

Die Verkokung ist eine viel gleichmäßigere und die Ausbeute eine wesentlich bessere, wenn man zum Füllen der Retorten nur getrocknete Waare verwendet. Man hat aus diesem Grunde den Rauchcanälen *M*, welche die Heizgase nach dem Kamin führen, eine solche Form gegeben, daß es möglich ist, die abgehende Wärme zum Trocknen des Rohmaterials zu verwenden. Man giebt ihnen eine Länge von etwa 6 m bei einer Breite von 1,8 m, breitet auf der dadurch gebildeten Fläche die Braunkohlen oder Trestern aus und befördert sie je nach Bedarf auf die Platte *L*, so zwar, daß man das entfernte Material stets wieder durch neues ersetzt.

Einen ganz ähnlichen Apparat, nur in größeren Dimensionen, wie er in der Schwärzefabrik von Zumstein in Dürkheim in der Rheinpfalz in Thätigkeit ist, beschreibt Illgen[1]). Dieser Ofen enthält zwölf in zwei Reihen senkrecht

[1]) Journ. f. Gasbel. 1872, Nr. 5.

stehende cylindrische Chamotteretorten von 0,45 m lichtem Durchmesser und circa 2,5 m Höhe. Das Chargiren wird durch unmittelbar über den Retorten angebrachte, kurze, nach unten trichterförmig zusammengezogene gußeiserne Cylinder bewerkstelligt, der Verschluß mittelst eines gußeisernen Deckels, der in eine ringförmige Tasse eingesenkt ist, hergestellt. Die Tasse enthält keine Wasserfüllung, wie bei den Reinigern der Kohlen- und Holzgasanstalten, sondern sie wird um den eingesenkten Deckel herum mit feuchtem Lignitklein, dem Material, das dort verarbeitet wird, ausgefüllt. An den unten offenen Thonretorten sind mittelst Flanschenverschraubung cylindrische, gußeiserne Verlängerungen angebracht, welche in einem flachen, gemauerten Behälter 12 bis 25 mm tief in Wasser tauchen. Dieser Wasserbehälter ist an einer Seite abgeschrägt, um das Ausziehen der Kohle bequem vornehmen zu können.

Das Beschicken geschieht alle zwei bis drei Stunden mit je $1^1/_2$ Ctr. Lignit pro Retorte. Da die bei der Verkokung sich entwickelnden Gase, welche an der oberen Oeffnung der Thonretorte, zunächst unter dem gußeisernen Einfülltrichter, in einem gemeinsamen Sammelcanal abgefangen werden, um später mit Luft gemischt in den Ofenraum zur Verbrennung zu gelangen, nicht zum Hervorbringen des zur vollständigen Verkokung erforderlichen Hitzegrades hinreichen, so ist gleichzeitig ein Siemens'scher Gasgenerator (mit Rost und gleichfalls mit Lignit beschickt) im Betriebe, dessen Feuergase, mit dem Retortengas und zuletzt noch mit Luft vermischt, in dem Retortenofen verbrannt werden.

An dem gemeinschaftlichen Gascanal, neben welchem sich, unmittelbar daran grenzend, der Luftzuführungscanal befindet, ist eine Drosselklappe angebracht, welche so gestellt werden kann, daß man das Gasgemisch je nach Erforderniß entweder an der oberen oder unteren Seite, oder auch oben und unten (bezw. rechts und links) zugleich in den Ofen eintreten lassen kann. Die Verbrennungsproducte gelangen mittelst eines gemauerten Canals durch ein 18 m hohes Kamin vollkommen rauchfrei aus dem Ofen ins Freie. Es ist begreiflich, daß unter diesen Umständen von einem Gasdruck in den Retorten nicht die Rede sein kann, indem das Kamin, ähnlich wie ein Exhaustor, saugend auf die Retorten wirkt. Von dem Sammelraum für die Retortengase geht ein Tauchrohr in eine kleine Theercisterne, wo sich außerhalb des Ofens durch Abkühlung der Theer aus dem Gas abscheidet.

Anknüpfend hieran macht Illgen noch einige Verbesserungsvorschläge für diesen Ofen. Zunächst soll derselbe für liegende Retorten eingerichtet werden, weil diese bei vorkommenden Undichtigkeiten leichter Abhülfe, überhaupt einen sichereren, bequemeren Betrieb gestatten sollen. Das Ausziehen der Koks soll dann mittelst eines an seinem unteren Ende in Wasser eintauchenden gußeisernen Knierohres vom Querschnitt der Retorte an der Rückseite des Ofens vorgenommen werden, während das Chargiren in bekannter Weise, wie bei der Steinkohlen- und Holzgasbereitung üblich, an der Vorderseite des Ofens geschehen soll. Der Ofen soll ferner mit Vorlage versehen, ein Condensator aufgestellt und ein Theil der vor dem Eintritt in die Vorlage weggeführten Retortengase in einem Kalkreiniger zum Zwecke der Beleuchtung des Etablissements gereinigt, das bisherige System der Feuerung jedoch im Uebrigen beibehalten werden, der Gasgenerator aber, wenn möglich, in Wegfall kommen.

Eine Reihe von anderen Oefen, die sämmtlich zur Fabrikation von Knochenkohle construirt worden sind, eignen sich auch zur Schwärzeerzeugung und sollen hier aufgezählt werden.

Die Oefen von Brison[1]) und von Gits und Du Rieux[2]) zeigen im Princip wenig Unterschied von den durch Matthey und Illgen beschriebenen mit stehenden Retorten; sie haben für unsere Zwecke keine Vortheile vor jenen aufzuweisen, und beanspruchen daher keine besondere Besprechung. Erwähnen wollen wir noch, daß der letztere für die Gewinnung der Nebenproducte eingerichtet ist und sich einer ziemlich großen Anwendung zu erfreuen hat.

In England geschah die Verkohlung der Knochen in Retorten, wie es scheint, viel früher als in Deutschland. Lunge, der die dort übliche Fabrikation ausführlich beschreibt[3]), hat nirgends Töpfe, sondern überall Retorten angetroffen. Die dort gebräuchlichen Oefen ähneln ungemein dem Apparat zur Leuchtgasfabrikation, wie man aus der Beschreibung ersehen wird.

Fig. 36 (a. f. S.) zeigt einen senkrechten Längenschnitt durch einen Ofen mit drei Retorten. Es ist nur eine Feuerstelle vorhanden, welche mit einem Gewölbe überspannt ist, in dessen Seite sich Füchse *b, b* zum Entweichen der Flamme befinden. Die beiden unteren 12zölligen Retorten liegen seitlich davon (man sieht die eine davon *c, c'* in Profilansicht) und werden zuerst vom Feuer umspült, welches dann um die obere, 18zöllige Retorte *d, d'* herumgeht und über derselben in einen Zugcanal entweicht, wie es aus der Zeichnung ersichtlich ist. Man beachte namentlich, daß sämmtliche Füchse vorn enger sein müssen als hinten, wie es auch die Zeichnung angiebt, damit das Feuer alle Theile der Retorten mit gleicher Stärke bestreicht. Statt der hier gegebenen Construction kann man auch jede beliebige andere Art der Einmauerung wählen, welche den Retorten Schutz gegen die Stichflamme gewährt, sowie eine gleichmäßige Erhitzung und Auswechselung jeder einzelnen Retorte, ohne die übrigen zu stören oder den Ofen ganz einreißen zu müssen, ermöglicht.

Die Retorten bestehen aus zwei Theilen, einem am Boden geschlossenen Cylinder *c* und *d*, welcher den eigentlichen Erhitzungsapparat darstellt, und einem durch Flanschen damit verschraubten Kopfe *c'* und *d'*, welcher den Deckel und das Ableitungsrohr enthält; der Zweck dieser Trennung ist der bekannte, den Körper *c* oder *d*, welcher nach und nach verbrennt, auswechseln zu können, während der Kopf *c'* und *d'* so gut wie gar nicht leidet. An der Mündung haben die Retortenköpfe einen platten Flansch und zwei angegossene Oesen, durch welche man nach Anlegen des Deckels eine Querstange mit Schraube oder Keil zur Befestigung desselben einlegt. Der Verschluß des aus $^3/_8$ Zoll dickem Eisenblech bestehenden Deckels wird ohne Kitt bewirkt. Die Länge der Retorten schwankt nicht erheblich um 10 Fuß herum; im vorliegenden Falle betrug sie $10^1/_3$ Fuß, wovon 1 Fuß auf den aus dem Ofen hervorragenden Theil kam.

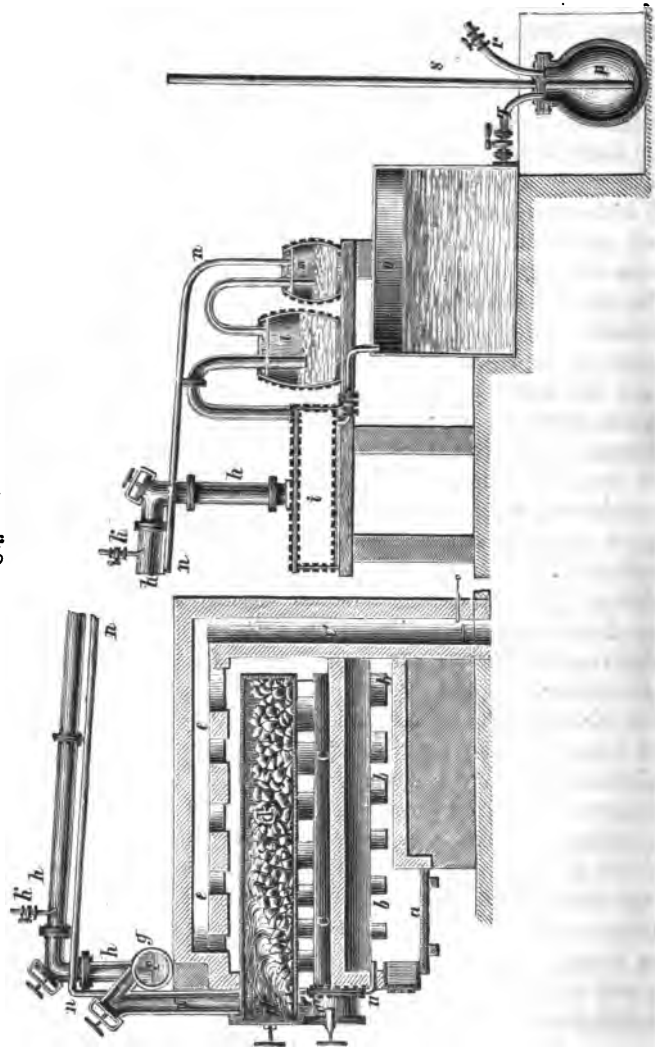
Die Abführung der dampf- und gasförmigen Destillationsproducte geschieht durch drei bis vier Zoll weite Röhren *f, f*, welche sämmtlich in ein quer über dem

---

[1]) Polyt. Centralblatt 1865, S. 675. — [2]) Dingl. Journ. 180, 359. — [3]) Ebendas. 184, 503.

Ofen fortlaufendes Hauptrohr *g* einmünden, das durch ein Ueberlaufrohr in einem constanten Niveau mit Wasser (Theer u. dergl.) gefüllt erhalten wird; die Röhren *f, f* tauchen zwei Zoll tief in die Sperrflüssigkeit ein. Man bemerkt den Reini-

Fig. 36.

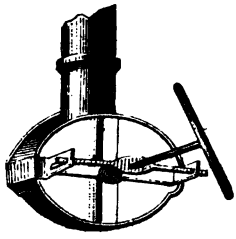


gungsstutzen in dem Knie der Röhren *f, f*. Das Hauptrohr *g* ist ein gemeinschaftliches, nicht nur für die drei Retorten des einen Ofens, sondern auch für die mehrerer Oefen, wenn solche wie gewöhnlich zusammengebaut sind, wodurch an Raum, Mauerwerk und Eisen gespart wird.

Aus dem Hauptrohr *g* entweichen die Gase und die meist noch nicht condensirten Dämpfe durch ein Leitungsrohr *h*, dessen Weite der Zahl der dazu gehörigen Retorten entspricht; für 12 Retorten z. B. genügen 6 Zoll lichte Weite. Man giebt dem Rohr *h* senkrecht über *g* eine solche Aufsteigung, daß es von dort an fortwährenden Fall bis zum Condensator *i* haben kann, der sich im Freien befindet. Die Länge des Rohres *h* betrug 120 Fuß; von Strecke zu Strecke war es mit kleinen Dampfhähnchen *k*, *k*, versehen, um bei vorkommenden Verstopfungen anwärmen zu können.

Zur Condensation des Ammoniaks befinden sich hinter dem Condensator zwei Fässer *l* und *m*, welche verdünnte Schwefelsäure enthalten. Das nicht absorbirte Gas entweicht aus dem zweiten Faß durch ein Abzugsrohr *n* von Eisen, welches nicht weiter als zwei Zoll zu sein braucht, und dem Leitungsrohr *h* entlang bis zurück zum Ofen führt, wo es mit offener Mündung in eine der Feuerungen der Ofenreihe eintritt, die Gase mit der Feuerluft sich mischen und vollständig verbrennen. Eine Gefahr des Zurückschlagens der Flamme durch das Rohr ist in diesem Falle nicht zu befürchten; schon in dem langen und engen Rohre *n* ist die Abkühlung so stark, daß nach dem Princip der Davy'schen Sicherheitslampe sich keine Entzündung darin fortpflanzen kann, und zum Uebermaß dienen die beiden Fässer *l* und *m* als hydraulische Ventile.

Fig. 37.



Die Art der Arbeit in diesem Apparate ist folgende: Zwei Mann sind zur Bedienung von je 12 Retorten erforderlich, welche eine nach der anderen entleert und wieder frisch beschickt werden. Jeder Brand dauert sechs Stunden; es sind also im Ganzen 48 Beschickungen in 24 Stunden zu machen, und sie sind so vertheilt, daß jede halbe Stunde eine andere Retorte daran kommt, und die Arbeiter mithin stets beschäftigt bleiben, ohne zu viel Arbeit auf einmal zu haben. Nach dem Oeffnen der Retorte wirft man die vorn zunächst der Mündung liegende Kohle mit einer Schaufel heraus, weil sie nie ganz gut gebrannt ist, und zieht dann den ganzen Rest so schnell als möglich in Cylinder von dünnem Eisenblech aus, welche den ganzen Inhalt einer Retorte fassen. Sie sind $2^1/_2$ bis 3 Fuß weit und etwa 2 Fuß hoch; am oberen Rande haben sie einen Falz, in welchen ein eiserner Deckel mit Handhabe paßt, den man sofort nach dem Hereinstürzen der Kohle auflegt und mit Thon verschmiert. Obwohl die Kohle in vollem Glühen und theilweise noch brennend ausgezogen wird, reicht doch die beschriebene Vorrichtung vollkommen hin, um ihr Weißbrennen zu verhüten. Die Löschcylinder werden von einem Mann auf einer Art niedriger Karren an den Ofen herangefahren, und nach dem Füllen nach dem offenen Hofraume weggefahren und so lange sich selbst überlassen, bis sie vollständig ausgekühlt sind; erst dann werden sie geöffnet und entleert. Man hat natürlich eine ganze Anzahl dieser Löschcylinder nöthig. Das Füllen der entleerten Retorten geschieht mit der auch in Gasfabriken üblichen, langen, halbrunden Schaufel, welche die ganze Retorte auf einmal füllt.

Das Vergasen der ausgenutzten Weintreber (Abfälle von der Brennerei und Weinsteinbereitung) hat Illgen[1]) mit ausgezeichnetem Erfolge in der Apparatur einer Steinkohlengasfabrik ausgeführt unter Anwendung derselben Verdichtungs- und Reinigungsapparate, wie bei der Steinkohlen- und Holzgasfabrikation. Jede gut eingerichtete Gasfabrik ist daher zur Verarbeitung der Treſter (sowie natürlich auch anderer Materialien) auf Schwärze unter Gewinnung der Nebenproducte geeignet. Man wird sogar in diesem Falle von der Anwendung von Chamotteretorten Abstand nehmen können, und zweckmäßig gußeiserne Retorten benutzen, da die Verkohlung der hier in Frage kommenden Materialien bei Dunkelrothgluht zu geschehen hat, und höhere Temperaturen geradezu vermieden werden müssen. Zur Heizung dieser Retorten muß man natürlicherweise auch ein passendes Material verwenden, etwa Torf oder Braunkohle, statt der ungleich mehr Hitze gebenden Koks. Das Entleeren der Retorten hat, wie begreiflich, sehr rasch zu geschehen, und zwar am besten in untergestellte eiserne Kasten mit dicht schließendem Deckel oder Wasserfüllung. Letztere ist entschieden vorzuziehen, obgleich dann noch ein Trocknen der Koks vor der weiteren Verarbeitung nöthig wird. Man verhindert aber dadurch, daß der glühende kohlige Rückstand während des Ausziehens fortbrennen kann, wodurch derselbe mit Asche sehr verunreinigt würde.

Was die Reinigung des Gases und die Verarbeitung der flüssigen Destillationsproducte anbelangt, so richten sich dieselben in erster Linie nach dem in Arbeit genommenen Rohmaterial. Hat man z. B. Treſter verkohlt, so geschieht die Reinigung des Gases, wie bei Holzgas, mit trocknem Kalkhydrat, der Theer dagegen wird wie Holztheer auf Holzessig ꝛc. verarbeitet u. s. w. Uebrigens muß hervorgehoben werden, daß die Quantitäten an Theer, die bei der Fabrikation der Schwärze resultiren, keineswegs so groß sind, daß sich eine Verarbeitung desselben verlohnte; man verwendet ihn am besten zu Anstrichen aller Art, oder, wenn man gleichzeitig Ruß erzeugt, verbrennt man ihn im Rußofen. Die Gewinnung des Gases zum Zweck der Beleuchtung des Etablissements dürfte dagegen bei nur einigermaßen größerem Betriebe entschieden anzurathen sein.

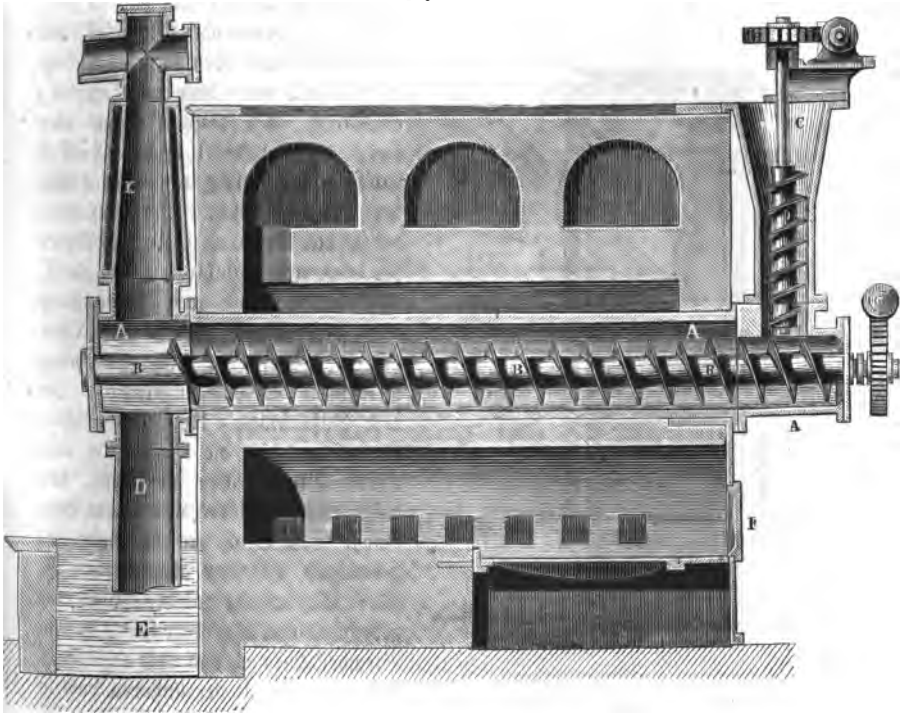
Die von Matthey und Illgen beschriebenen Apparate bieten unstreitig vor der Anlage analog einem Gaswerke eine Reihe von Vortheilen, welche sich auf den continuirlichen Betrieb, die leichtere Bedienung, billigere Arbeit, Raumersparniß und größere Leistungsfähigkeit beziehen; auch dürfte die Ausbeute an Schwärze dadurch, daß das bereits verkohlte Material gar nicht mit der Luft in Berührung kommt, in qualitativer wie quantitativer Hinsicht eine bessere sein, so daß die vielleicht bessere Verwerthung der flüchtigen Destillationsproducte nach dem Vorschlage von Illgen wohl kaum ins Gewicht fallen dürfte.

Zur Verwerthung von Abfällen in zerkleinertem Zustande, wie Sägespänen, extrahirten Spänen von Farbhölzern, ausgelaugter Gerberlohe ꝛc., hat Halliday einen continuirlich arbeitenden Apparat (Fig. 38) construirt, der sich vermuthlich auch für die Zwecke der Schwärzeerzeugung eignen dürfte. Er besteht der Hauptsache nach aus einer gußeisernen, liegenden Retorte *A*, in welcher sich eine Trans-

[1]) Dingler's Journ. 185, 196 u. f.

portschnecke *B* so bewegt, daß sie das durch Trichter und Schnecke *C* in die Retorte geschaffte Rohmaterial langsam nach der anderen Seite der letzteren befördert. Die Retorte *A* ragt hinten etwas aus dem Ofen heraus, und besitzt an dieser Stelle zwei sich gegenüberliegende Stutzen, welche mit den Röhren *K* und *D* verbunden sind, von welchen ersterer zur Condensation, letzterer dagegen in den Löschbehälter *E* führt, in welchem sich die gebildeten Koks, ohne mit der Luft in Berührung zu kommen, ablöschen.

Fig. 38.



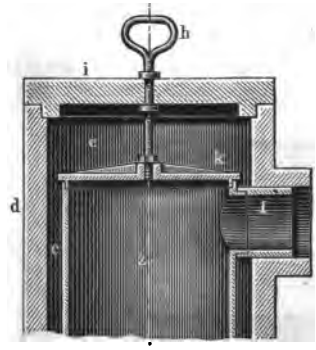
Um eine Kohle von der richtigen Beschaffenheit zu erzielen, ist es natürlich nothwendig, daß das Material den Apparat in genügend langer Zeit passirt; man hat dies ganz in seiner Gewalt durch Regulirung der Geschwindigkeit der Schnecke. Der Apparat bietet den Vortheil, daß das Material fortwährend gemischt wird, jedes einzelne Theilchen mit der glühenden Retortenwand in Berührung kommt, und dadurch ein Ueberhitzen einzelner Partien oder ein zu schwaches Glühen anderer Theile vermieden wird.

Zu erwähnen wären hier noch die Apparate von Lahoré [1]) und Moissau [2]), welche, auf dem Princip der rotirenden Kaffeebrenner beruhend, hauptsächlich zur Verarbeitung von bituminösem Schiefer vorgeschlagen worden sind.

[1]) Wagner's Jahresber. 1863, S. 678. — [2]) Rév. indust. 1879, p. 343.

Endlich haben wir noch der Apparate von Berg und Nepp[1]) und von J. Nepp[2]) (Fig. 39 und 40) in Prenzlau zu gedenken, von denen der letztere namentlich Beachtung verdient. Er besteht aus einer gußeisernen Retorte *a* mit Rippen *b*, welche in die Chamotteretorte *d* eingesetzt ist, wobei beide auf einem Gußrahmen *e* in verschiedener Abschlußhöhe aufstehen. Zwischen den beiden Retorten ergiebt sich rundum eine Luftschicht für heiße Gase, welche bei gleichmäßiger Temperatur beständig um den Gußcylinder und das in demselben zu brennende Material und durch den Raum oben über dem Gußdeckel *k* und unten über dem Schieber *f* circuliren. Die Retorte *d* hat oben einen Chamottedeckel *i* mit Griff *h* zur Hebelvorrichtung, um beim Füllen den Deckel zu heben. Der Gußcylinder *a* mit Oeffnung *l* zum Abführen der Gase und Dämpfe hat den Zweck, dieselben entweder zur Verwerthung oder Mitverbrennung in den Ofen an einer demselben nicht nachtheilig werdenden Stelle einzuleiten. In dem Gußrahmen *e* liegt ein Gasschieber *g*, welcher die Gußretorte von einem Blechbehälter abschließt, der durch einen Schieber von einem dem Inhalt nach gleich großen, tiefer angebrachten Behälter abgeschlossen ist. Diese Einrichtung hat den Zweck, die gebrannte und abgefüllte Kohle in dem Blechbehälter nach und nach abzukühlen, ohne dieselbe mit der äußeren Luft in Berührung kommen zu lassen, und sie sodann zum weiteren Erkalten in den letzten Behälter zu füllen.

Fig. 39.



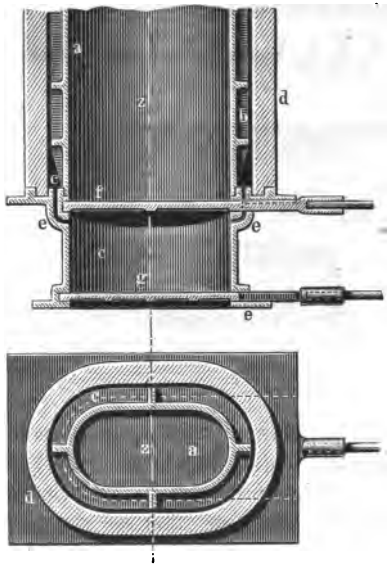


Fig. 40.

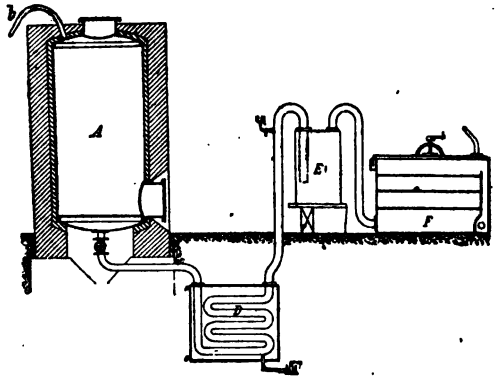
Die genaue Einhaltung der zur Verkohlung erforderlichen, erfahrungsgemäß vortheilhaftesten Temperatur ist Haupterforderniß und bietet immerhin einige Schwierigkeit bei allen den bis jetzt erwähnten Apparaten. Man hat daher, um diese Schwierigkeiten zu umgehen, da und dort, nach dem Vorschlag von Brown, den Versuch gemacht, die directe Erhitzung durch überhitzten Dampf, dem man die Temperatur einer

[1]) Dingl. Journ. 223, 629. — [2]) D. R.-P. Nr. 19294.

dunklen Rothgluht giebt, zu ersetzen. Apparate, die auf diesem Princip beruhen, sind von Perutz, Grotowsky und von Ramdohr construirt worden und finden zum Theil Anwendung in der Braunkohlentheerschweelerei.

Einen namentlich auch für die Verkohlung der hier in Betracht kommenden Materialien geeigneten Apparat (Fig. 41) hat sich A. Zwillinger in Wien patentiren lassen. (D. R.-P. Nr. 28613.) Derselbe besteht aus der stehenden guß- oder schmiedeeisernen Retorte *A*, welche mit einem Isolirmantel umgeben ist und durch Rohr *b* mit überhitztem Wasserdampf versorgt werden kann. Am Kopf derselben befindet sich ein genügend weiter, mit Flansch verschließbarer Stutzen zum Füllen und seitlich unten ein solcher zum Entleeren der Retorte. Die flüchtigen Zersetzungsproducte entweichen durch die Kühlschlange *D* nach den eisernen Waschgefäßen *E* zu dem Gasreiniger *F*. Der Dampfüberhitzer besteht aus einem System von starken, gußeisernen Röhren, welche, soweit sie dem Feuer ausgesetzt sind, vor dem Durchbrennen dadurch geschützt werden, daß man sie vor der Zusammenstellung des Apparates mehrere Male mit einer aus 2 Thln. Lehm und 1 Thl. Kieselguhr bestehenden Mischung, welche in sehr dünnem, wässerigem Syrup aufgeschwemmt ist, bestreicht. Es entsteht hierdurch ein dünner Ueberzug, welcher sehr fest haftet, und das Rohr von außen gegen die Zerstörung durch die Flamme schützt. Die Innenseite überzieht sich im Laufe der Zeit mit einer sehr fest anliegenden Schicht von krystallisirtem Eisenoxyd, wodurch jede weitere Zerstörung des Eisens verhindert wird.

Fig. 41.



Wenn es sich um die Fabrikation von Schwärze aus Trestern, Braunkohlen oder ähnlichen Materialien, welche wenig werthvolle Destillate bei der Verkohlung ergeben, handelt, wird wohl den verschiedenen Apparaten mit directer Feuerung und ohne besondere Verwerthung der Nebenproducte der Vorzug zu geben sein. Hat man es aber mit Abfällen animalischer Stoffe oder solcher Substanzen, welche viel Ammoniak oder werthvollen Theer liefern, zu thun, so empfiehlt sich die Destillation mit überhitztem Dampf und dürfte der Apparat von Zwillinger gute Dienste leisten. Abgesehen davon, daß die Ausbeuten an Theer und Ammoniaksalzen beim Verkohlen mit überhitztem Dampf größer sind, erhält man auch ein gleichmäßigeres Product als Destillationsrückstand.

Mit den hier aufgeführten Apparaten ist die Anzahl derjenigen, welche sich zur Schwärzefabrikation eignen, keineswegs erschöpft. In anderen Fabrikationszweigen, so in der Holzverkohlung, der Braunkohlentheerschweelerei ꝛc. ꝛc., sind

stehende cylindrische Chamotteretorten von 0,45 m lichtem Durchmesser und circa 2,5 m Höhe. Das Chargiren wird durch unmittelbar über den Retorten angebrachte, kurze, nach unten trichterförmig zusammengezogene gußeiserne Cylinder bewerkstelligt, der Verschluß mittelst eines gußeisernen Deckels, der in eine ringförmige Tasse eingesenkt ist, hergestellt. Die Tasse enthält keine Wasserfüllung, wie bei den Reinigern der Kohlen- und Holzgasanstalten, sondern sie wird um den eingesenkten Deckel herum mit feuchtem Lignitklein, dem Material, das dort verarbeitet wird, ausgefüllt. An den unten offenen Thonretorten sind mittelst Flanschenverschraubung cylindrische, gußeiserne Verlängerungen angebracht, welche in einem flachen, gemauerten Behälter 12 bis 25 mm tief in Wasser tauchen. Dieser Wasserbehälter ist an einer Seite abgeschrägt, um das Ausziehen der Kohle bequem vornehmen zu können.

Das Beschicken geschieht alle zwei bis drei Stunden mit je $1^1/_2$ Ctr. Lignit pro Retorte. Da die bei der Verkokung sich entwickelnden Gase, welche an der oberen Oeffnung der Thonretorte, zunächst unter dem gußeisernen Einfülltrichter, in einem gemeinsamen Sammelcanal abgefangen werden, um später mit Luft gemischt in den Ofenraum zur Verbrennung zu gelangen, nicht zum Hervorbringen des zur vollständigen Verkokung erforderlichen Hitzegrades hinreichen, so ist gleichzeitig ein Siemens'scher Gasgenerator (mit Rost und gleichfalls mit Lignit beschickt) im Betriebe, dessen Feuergase, mit dem Retortengas und zuletzt noch mit Luft vermischt, in dem Retortenofen verbrannt werden.

An dem gemeinschaftlichen Gascanal, neben welchem sich, unmittelbar daran grenzend, der Luftzuführungscanal befindet, ist eine Drosselklappe angebracht, welche so gestellt werden kann, daß man das Gasgemisch je nach Erforderniß entweder an der oberen oder unteren Seite, oder auch oben und unten (bezw. rechts und links) zugleich in den Ofen eintreten lassen kann. Die Verbrennungsproducte gelangen mittelst eines gemauerten Canals durch ein 18 m hohes Kamin vollkommen rauchfrei aus dem Ofen ins Freie. Es ist begreiflich, daß unter diesen Umständen von einem Gasdruck in den Retorten nicht die Rede sein kann, indem das Kamin, ähnlich wie ein Exhaustor, saugend auf die Retorten wirkt. Von dem Sammelraum für die Retortengase geht ein Tauchrohr in eine kleine Theercisterne, wo sich außerhalb des Ofens durch Abkühlung der Theer aus dem Gas abscheidet.

Anknüpfend hieran macht Illgen noch einige Verbesserungsvorschläge für diesen Ofen. Zunächst soll derselbe für liegende Retorten eingerichtet werden, weil diese bei vorkommenden Undichtigkeiten leichter Abhülfe, überhaupt einen sichereren, bequemeren Betrieb gestatten sollen. Das Ausziehen der Koks soll dann mittelst eines an seinem unteren Ende in Wasser eintauchenden gußeisernen Knierohres vom Querschnitt der Retorte an der Rückseite des Ofens vorgenommen werden, während das Chargiren in bekannter Weise, wie bei der Steinkohlen- und Holzgasbereitung üblich, an der Vorderseite des Ofens geschehen soll. Der Ofen soll ferner mit Vorlage versehen, ein Condensator aufgestellt und ein Theil der vor dem Eintritt in die Vorlage weggeführten Retortengase in einem Kalkreiniger zum Zwecke der Beleuchtung des Etablissements gereinigt, das bisherige System der Feuerung jedoch im Uebrigen beibehalten werden, der Gasgenerator aber, wenn möglich, in Wegfall kommen.

Eine Reihe von anderen Oefen, die sämmtlich zur Fabrikation von Knochenkohle construirt worden sind, eignen sich auch zur Schwärzeerzeugung und sollen hier aufgezählt werden.

Die Oefen von Brison[1]) und von Gits und Du Rieux[2]) zeigen im Princip wenig Unterschied von den durch Matthey und Illgen beschriebenen mit stehenden Retorten; sie haben für unsere Zwecke keine Vortheile vor jenen aufzuweisen, und beanspruchen daher keine besondere Besprechung. Erwähnen wollen wir noch, daß der letztere für die Gewinnung der Nebenproducte eingerichtet ist und sich einer ziemlich großen Anwendung zu erfreuen hat.

In England geschah die Verkohlung der Knochen in Retorten, wie es scheint, viel früher als in Deutschland. Lunge, der die dort übliche Fabrikation ausführlich beschreibt[3]), hat nirgends Töpfe, sondern überall Retorten angetroffen. Die dort gebräuchlichen Oefen ähneln ungemein dem Apparat zur Leuchtgasfabrikation, wie man aus der Beschreibung ersehen wird.

Fig. 36 (a. f. S.) zeigt einen senkrechten Längenschnitt durch einen Ofen mit drei Retorten. Es ist nur eine Feuerstelle vorhanden, welche mit einem Gewölbe überspannt ist, in dessen Seite sich Füchse *b, b* zum Entweichen der Flamme befinden. Die beiden unteren 12zölligen Retorten liegen seitlich davon (man sieht die eine davon *c, c'* in Profilansicht) und werden zuerst vom Feuer umspült, welches dann um die obere, 18zöllige Retorte *d, d'* herumgeht und über derselben in einen Zugcanal entweicht, wie es aus der Zeichnung ersichtlich ist. Man beachte namentlich, daß sämmtliche Füchse vorn enger sein müssen als hinten, wie es auch die Zeichnung angiebt, damit das Feuer alle Theile der Retorten mit gleicher Stärke bestreicht. Statt der hier gegebenen Construction kann man auch jede beliebige andere Art der Einmauerung wählen, welche den Retorten Schutz gegen die Stichflamme gewährt, sowie eine gleichmäßige Erhitzung und Auswechselung jeder einzelnen Retorte, ohne die übrigen zu stören oder den Ofen ganz einreißen zu müssen, ermöglicht.

Die Retorten bestehen aus zwei Theilen, einem am Boden geschlossenen Cylinder *c* und *d*, welcher den eigentlichen Erhitzungsapparat darstellt, und einem durch Flanschen damit verschraubten Kopfe *c'* und *d'*, welcher den Deckel und das Ableitungsrohr enthält; der Zweck dieser Trennung ist der bekannte, den Körper *c* oder *d*, welcher nach und nach verbrennt, auswechseln zu können, während der Kopf *c'* und *d'* so gut wie gar nicht leidet. An der Mündung haben die Retortenköpfe einen platten Flansch und zwei angegossene Oesen, durch welche man nach Anlegen des Deckels eine Querstange mit Schraube oder Keil zur Befestigung desselben einlegt. Der Verschluß des aus $^3/_8$ Zoll dickem Eisenblech bestehenden Deckels wird ohne Kitt bewirkt. Die Länge der Retorten schwankt nicht erheblich um 10 Fuß herum; im vorliegenden Falle betrug sie $10^1/_3$ Fuß, wovon 1 Fuß auf den aus dem Ofen hervorragenden Theil kam.

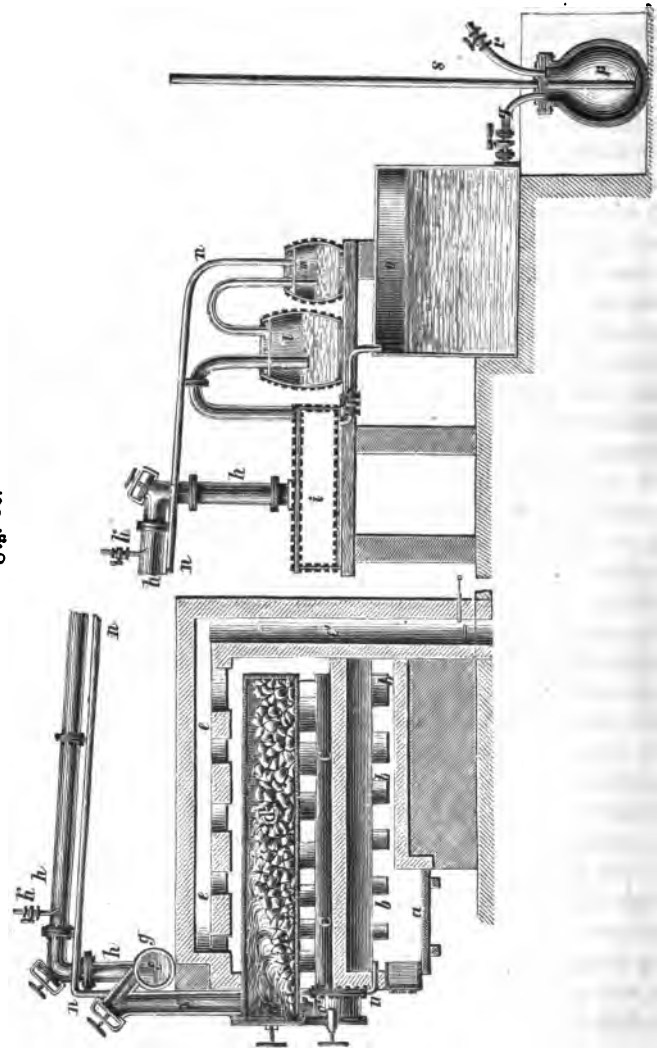
Die Abführung der dampf- und gasförmigen Destillationsproducte geschieht durch drei bis vier Zoll weite Röhren *f, f*, welche sämmtlich in ein quer über dem

---

[1]) Polyt. Centralblatt 1865, S. 675. — [2]) Dingl. Journ. 180, 359. — [3]) Ebendas. 184, 503.

Ofen fortlaufendes Hauptrohr *g* einmünden, das durch ein Ueberlaufrohr in einem constanten Niveau mit Wasser (Theer u. dergl.) gefüllt erhalten wird; die Röhren *f, f* tauchen zwei Zoll tief in die Sperrflüssigkeit ein. Man bemerkt den Reini-

Fig. 36.

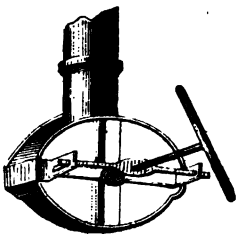


gungsstutzen in dem Knie der Röhren *f, f*. Das Hauptrohr *g* ist ein gemeinschaftliches, nicht nur für die drei Retorten des einen Ofens, sondern auch für die mehrerer Oefen, wenn solche wie gewöhnlich zusammengebaut sind, wodurch an Raum, Mauerwerk und Eisen gespart wird.

Aus dem Hauptrohr *g* entweichen die Gase und die meist noch nicht condensirten Dämpfe durch ein Leitungsrohr *h*, dessen Weite der Zahl der dazu gehörigen Retorten entspricht; für 12 Retorten z. B. genügen 6 Zoll lichte Weite. Man giebt dem Rohr *h* senkrecht über *g* eine solche Aufsteigung, daß es von dort an fortwährenden Fall bis zum Condensator *i* haben kann, der sich im Freien befindet. Die Länge des Rohres *h* betrug 120 Fuß; von Strecke zu Strecke war es mit kleinen Dampfhähnchen *k*, *k*, versehen, um bei vorkommenden Verstopfungen anwärmen zu können.

Zur Condensation des Ammoniaks befinden sich hinter dem Condensator zwei Fässer *l* und *m*, welche verdünnte Schwefelsäure enthalten. Das nicht absorbirte Gas entweicht aus dem zweiten Faß durch ein Abzugsrohr *n* von Eisen, welches nicht weiter als zwei Zoll zu sein braucht, und dem Leitungsrohr *h* entlang bis zurück zum Ofen führt, wo es mit offener Mündung in eine der Feuerungen der Ofenreihe eintritt, die Gase mit der Feuerluft sich mischen und vollständig verbrennen. Eine Gefahr des Zurückschlagens der Flamme durch das Rohr ist in diesem Falle nicht zu befürchten; schon in dem langen und engen Rohre *n* ist die Abkühlung so stark, daß nach dem Princip der Davy'schen Sicherheitslampe sich keine Entzündung darin fortpflanzen kann, und zum Uebermaß dienen die beiden Fässer *l* und *m* als hydraulische Ventile.

Fig. 37.



Die Art der Arbeit in diesem Apparate ist folgende: Zwei Mann sind zur Bedienung von je 12 Retorten erforderlich, welche eine nach der anderen entleert und wieder frisch beschickt werden. Jeder Brand dauert sechs Stunden; es sind also im Ganzen 48 Beschickungen in 24 Stunden zu machen, und sie sind so vertheilt, daß jede halbe Stunde eine andere Retorte daran kommt, und die Arbeiter mithin stets beschäftigt bleiben, ohne zu viel Arbeit auf einmal zu haben. Nach dem Oeffnen der Retorte wirft man die vorn zunächst der Mündung liegende Kohle mit einer Schaufel heraus, weil sie nie ganz gut gebrannt ist, und zieht dann den ganzen Rest so schnell als möglich in Cylinder von dünnem Eisenblech aus, welche den ganzen Inhalt einer Retorte fassen. Sie sind $2^1/_2$ bis 3 Fuß weit und etwa 2 Fuß hoch; am oberen Rande haben sie einen Falz, in welchen ein eiserner Deckel mit Handhabe paßt, den man sofort nach dem Hereinstürzen der Kohle auflegt und mit Thon verschmiert. Obwohl die Kohle in vollem Glühen und theilweise noch brennend ausgezogen wird, reicht doch die beschriebene Vorrichtung vollkommen hin, um ihr Weißbrennen zu verhüten. Die Löschcylinder werden von einem Mann auf einer Art niedriger Karren an den Ofen herangefahren, und nach dem Füllen nach dem offenen Hofraume weggefahren und so lange sich selbst überlassen, bis sie vollständig ausgekühlt sind; erst dann werden sie geöffnet und entleert. Man hat natürlich eine ganze Anzahl dieser Löschcylinder nöthig. Das Füllen der entleerten Retorten geschieht mit der auch in Gasfabriken üblichen, langen, halbrunden Schaufel, welche die ganze Retorte auf einmal füllt.

Das Vergasen der ausgenutzten Weintreber (Abfälle von der Brennerei und Weinsteinbereitung) hat Illgen[1]) mit ausgezeichnetem Erfolge in der Apparatur einer Steinkohlengasfabrik ausgeführt unter Anwendung derselben Verdichtungs- und Reinigungsapparate, wie bei der Steinkohlen- und Holzgasfabrikation. Jede gut eingerichtete Gasfabrik ist daher zur Verarbeitung der Treſter (sowie natürlich auch anderer Materialien) auf Schwärze unter Gewinnung der Nebenproducte geeignet. Man wird sogar in diesem Falle von der Anwendung von Chamotteretorten Abstand nehmen können, und zweckmäßig gußeiserne Retorten benutzen, da die Verkohlung der hier in Frage kommenden Materialien bei Dunkelrothgluht zu geschehen hat, und höhere Temperaturen geradezu vermieden werden müssen. Zur Heizung dieser Retorten muß man natürlicherweise auch ein passendes Material verwenden, etwa Torf oder Braunkohle, statt der ungleich mehr Hitze gebenden Koks. Das Entleeren der Retorten hat, wie begreiflich, sehr rasch zu geschehen, und zwar am besten in untergestellte eiserne Kasten mit dicht schließendem Deckel oder Wasserfüllung. Letztere ist entschieden vorzuziehen, obgleich dann noch ein Trocknen der Koks vor der weiteren Verarbeitung nöthig wird. Man verhindert aber dadurch, daß der glühende kohlige Rückstand während des Ausziehens fortbrennen kann, wodurch derselbe mit Asche sehr verunreinigt würde.

Was die Reinigung des Gases und die Verarbeitung der flüssigen Destillationsproducte anbelangt, so richten sich dieselben in erster Linie nach dem in Arbeit genommenen Rohmaterial. Hat man z. B. Treſter verkohlt, so geschieht die Reinigung des Gases, wie bei Holzgas, mit trocknem Kalkhydrat, der Theer dagegen wird wie Holztheer auf Holzessig ꝛc. verarbeitet u. s. w. Uebrigens muß hervorgehoben werden, daß die Quantitäten an Theer, die bei der Fabrikation der Schwärze resultiren, keineswegs so groß sind, daß sich eine Verarbeitung desselben verlohnte; man verwendet ihn am besten zu Anstrichen aller Art, oder, wenn man gleichzeitig Ruß erzeugt, verbrennt man ihn im Rußofen. Die Gewinnung des Gases zum Zweck der Beleuchtung des Etablissements dürfte dagegen bei nur einigermaßen größerem Betriebe entschieden anzurathen sein.

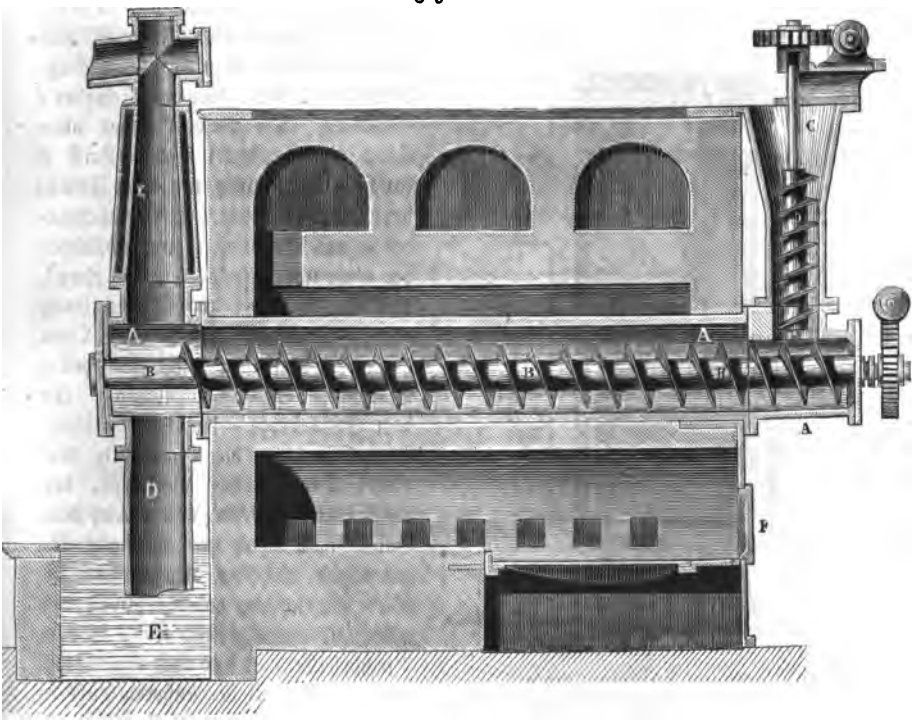
Die von Matthey und Illgen beschriebenen Apparate bieten unstreitig vor der Anlage analog einem Gaswerke eine Reihe von Vortheilen, welche sich auf den continuirlichen Betrieb, die leichtere Bedienung, billigere Arbeit, Raumersparniß und größere Leistungsfähigkeit beziehen; auch dürfte die Ausbeute an Schwärze dadurch, daß das bereits verkohlte Material gar nicht mit der Luft in Berührung kommt, in qualitativer wie quantitativer Hinsicht eine bessere sein, so daß die vielleicht bessere Verwerthung der flüchtigen Destillationsproducte nach dem Vorschlage von Illgen wohl kaum ins Gewicht fallen dürfte.

Zur Verwerthung von Abfällen in zerkleinertem Zustande, wie Sägespänen, extrahirten Spänen von Farbhölzern, ausgelaugter Gerberlohe ꝛc., hat Halliday einen continuirlich arbeitenden Apparat (Fig. 38) construirt, der sich vermuthlich auch für die Zwecke der Schwärzeerzeugung eignen dürfte. Er besteht der Hauptsache nach aus einer gußeisernen, liegenden Retorte *A*, in welcher sich eine Trans-

[1]) Dingler's Journ. 185, 196 u. f.

portſchnecke *B* ſo bewegt, daß ſie das durch Trichter und Schnecke *C* in die Retorte geſchaffte Rohmaterial langſam nach der anderen Seite der letzteren befördert. Die Retorte *A* ragt hinten etwas aus dem Ofen heraus, und beſitzt an dieſer Stelle zwei ſich gegenüberliegende Stutzen, welche mit den Röhren *K* und *D* verbunden ſind, von welchen erſterer zur Condenſation, letzterer dagegen in den Löſchbehälter *E* führt, in welchem ſich die gebildeten Koks, ohne mit der Luft in Berührung zu kommen, ablöſchen.

Fig. 38.



Um eine Kohle von der richtigen Beſchaffenheit zu erzielen, iſt es natürlich nothwendig, daß das Material den Apparat in genügend langer Zeit paſſirt; man hat dies ganz in ſeiner Gewalt durch Regulirung der Geſchwindigkeit der Schnecke. Der Apparat bietet den Vortheil, daß das Material fortwährend gemiſcht wird, jedes einzelne Theilchen mit der glühenden Retortenwand in Berührung kommt, und dadurch ein Ueberhitzen einzelner Partien oder ein zu ſchwaches Glühen anderer Theile vermieden wird.

Zu erwähnen wären hier noch die Apparate von Lahoré [1]) und Moiſſau [2]), welche, auf dem Princip der rotirenden Kaffeebrenner beruhend, hauptſächlich zur Verarbeitung von bituminöſem Schiefer vorgeſchlagen worden ſind.

---

[1]) Wagner's Jahresber. 1863, S. 678. — [2]) Rév. indust. 1879, p. 343.

Endlich haben wir noch der Apparate von Berg und Nepp[1]) und von J. Nepp[2]) (Fig. 39 und 40) in Prenzlau zu gedenken, von denen der letztere namentlich Beachtung verdient. Er besteht aus einer gußeisernen Retorte *a* mit Rippen *b*, welche in die Chamotteretorte *d* eingesetzt ist, wobei beide auf einem Gußrahmen *e* in verschiedener Abschlußhöhe aufstehen. Zwischen den beiden Retorten ergiebt sich rundum eine Luftschicht für heiße Gase, welche bei gleichmäßiger Temperatur beständig um den Gußcylinder und das in demselben zu brennende Material und durch den Raum oben über dem Gußdeckel *k* und unten über dem Schieber *f* circuliren. Die Retorte *d* hat oben einen Chamottedeckel *i* mit Griff *h* zur Hebelvorrichtung, um beim Füllen den Deckel zu heben. Der Gußcylinder *a* mit Oeffnung *l* zum Abführen der Gase und Dämpfe hat den Zweck, dieselben entweder zur Verwerthung oder Mitverbrennung in den Ofen an einer demselben nicht nachtheilig werdenden Stelle einzuleiten. In dem Gußrahmen *e* liegt ein Gasschieber *g*, welcher die Gußretorte von einem Blechbehälter abschließt, der durch einen Schieber von einem dem Inhalt nach gleich großen, tiefer angebrachten Behälter abgeschlossen ist. Diese Einrichtung hat den Zweck, die gebrannte und abgefüllte Kohle in dem Blechbehälter nach und nach abzukühlen, ohne dieselbe mit der äußeren Luft in Berührung kommen zu lassen, und sie sodann zum weiteren Erkalten in den letzten Behälter zu füllen.

Fig. 39.

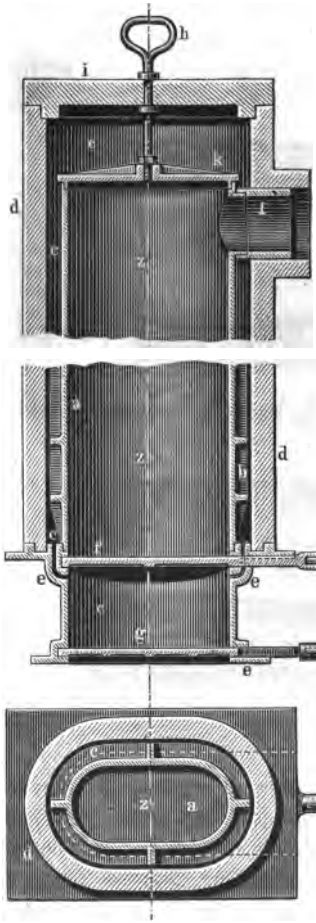


Fig. 40.

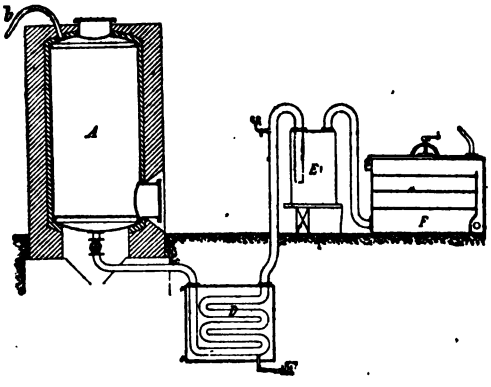
Die genaue Einhaltung der zur Verkohlung erforderlichen, erfahrungsgemäß vortheilhaftesten Temperatur ist Haupterforderniß und bietet immerhin einige Schwierigkeit bei allen den bis jetzt erwähnten Apparaten. Man hat daher, um diese Schwierigkeiten zu umgehen, da und dort, nach dem Vorschlag von Brown, den Versuch gemacht, die directe Erhitzung durch überhitzten Dampf, dem man die Temperatur einer

[1]) Dingl. Journ. 223, 629. — [2]) D. R.-P. Nr. 19294.

dunklen Rothgluht giebt, zu ersetzen. Apparate, die auf diesem Princip beruhen, sind von Perutz, Grotowsky und von Ramdohr construirt worden und finden zum Theil Anwendung in der Braunkohlentheerschweelerei.

Einen namentlich auch für die Verkohlung der hier in Betracht kommenden Materialien geeigneten Apparat (Fig. 41) hat sich A. Zwillinger in Wien patentiren lassen. (D. R.-P. Nr. 28613.) Derselbe besteht aus der stehenden guß- oder schmiedeeisernen Retorte *A*, welche mit einem Isolirmantel umgeben ist und durch Rohr *b* mit überhitztem Wasserdampf versorgt werden kann. Am Kopf derselben befindet sich ein genügend weiter, mit Flansch verschließbarer Stutzen zum Füllen und seitlich unten ein solcher zum Entleeren der Retorte. Die flüchtigen Zersetzungsproducte entweichen durch die Kühlschlange *D* nach den eisernen Waschgefäßen *E* zu dem Gasreiniger *F*. Der Dampfüberhitzer besteht aus einem System von starken, gußeisernen Röhren, welche, soweit sie dem Feuer ausgesetzt sind, vor dem Durchbrennen dadurch geschützt werden, daß man sie vor der Zusammenstellung des Apparates mehrere Male mit einer aus 2 Thln. Lehm und 1 Thl. Kieselguhr bestehenden Mischung, welche in sehr dünnem, wässerigem Syrup aufgeschwemmt ist, bestreicht. Es entsteht hierdurch ein dünner Ueberzug, welcher sehr fest haftet, und das Rohr von außen gegen die Zerstörung durch die Flamme schützt. Die Innenseite überzieht sich im Laufe der Zeit mit einer sehr fest anliegenden Schicht von krystallisirtem Eisenoxyd, wodurch jede weitere Zerstörung des Eisens verhindert wird.

Fig. 41.



Wenn es sich um die Fabrikation von Schwärze aus Trestern, Braunkohlen oder ähnlichen Materialien, welche wenig werthvolle Destillate bei der Verkohlung ergeben, handelt, wird wohl den verschiedenen Apparaten mit directer Feuerung und ohne besondere Verwerthung der Nebenproducte der Vorzug zu geben sein. Hat man es aber mit Abfällen animalischer Stoffe oder solcher Substanzen, welche viel Ammoniak oder werthvollen Theer liefern, zu thun, so empfiehlt sich die Destillation mit überhitztem Dampf und dürfte der Apparat von Zwillinger gute Dienste leisten. Abgesehen davon, daß die Ausbeuten an Theer und Ammoniaksalzen beim Verkohlen mit überhitztem Dampf größer sind, erhält man auch ein gleichmäßigeres Product als Destillationsrückstand.

Mit den hier aufgeführten Apparaten ist die Anzahl derjenigen, welche sich zur Schwärzefabrikation eignen, keineswegs erschöpft. In anderen Fabrikationszweigen, so in der Holzverkohlung, der Braunkohlentheerschweelerei ꝛc. ꝛc., sind

Endlich haben wir noch der Apparate von Berg und Nepp[1]) und von J. Nepp[2]) (Fig. 39 und 40) in Prenzlau zu gedenken, von denen der letztere namentlich Beachtung verdient. Er besteht aus einer gußeisernen Retorte *a* mit Rippen *b*, welche in die Chamotteretorte *d* eingesetzt ist, wobei beide auf einem Gußrahmen *e* in verschiedener Abschlußhöhe aufstehen. Zwischen den beiden Retorten ergiebt sich rundum eine Luftschicht für heiße Gase, welche bei gleichmäßiger Temperatur beständig um den Gußcylinder und das in demselben zu brennende Material und durch den Raum oben über dem Gußdeckel *k* und unten über dem Schieber *f* circuliren. Die Retorte *d* hat oben einen Chamottedeckel *i* mit Griff *h* zur Hebelvorrichtung, um beim Füllen den Deckel zu heben. Der Gußcylinder *a* mit Oeffnung *l* zum Abführen der Gase und Dämpfe hat den Zweck, dieselben entweder zur Verwerthung oder Mitverbrennung in den Ofen an einer demselben nicht nachtheilig werdenden Stelle einzuleiten. In dem Gußrahmen *e* liegt ein Gasschieber *g*, welcher die Gußretorte von einem Blechbehälter abschließt, der durch einen Schieber von einem dem Inhalt nach gleich großen, tiefer angebrachten Behälter abgeschlossen ist. Diese Einrichtung hat den Zweck, die gebrannte und abgefüllte Kohle in dem Blechbehälter nach und nach abzukühlen, ohne dieselbe mit der äußeren Luft in Berührung kommen zu lassen, und sie sodann zum weiteren Erkalten in den letzten Behälter zu füllen.

Fig. 39.

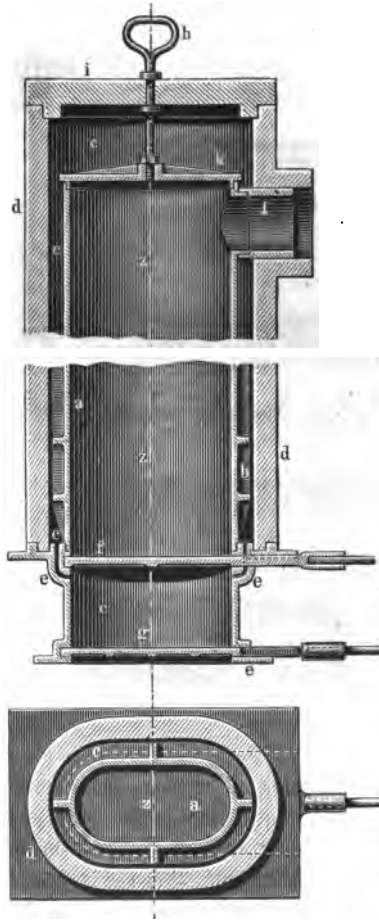


Fig. 40.

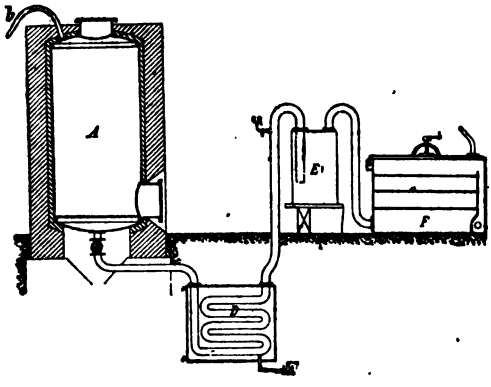
Die genaue Einhaltung der zur Verkohlung erforderlichen, erfahrungsgemäß vortheilhaftesten Temperatur ist Haupterforderniß und bietet immerhin einige Schwierigkeit bei allen den bis jetzt erwähnten Apparaten. Man hat daher, um diese Schwierigkeiten zu umgehen, da und dort, nach dem Vorschlag von Brown, den Versuch gemacht, die directe Erhitzung durch überhitzten Dampf, dem man die Temperatur einer

[1]) Dingl. Journ. 223, 629. — [2]) D. R.-P. Nr. 19294.

dunklen Rothgluht giebt, zu ersetzen. Apparate, die auf diesem Princip beruhen, sind von Perutz, Grotowsky und von Ramdohr construirt worden und finden zum Theil Anwendung in der Braunkohlentheerschweelerei.

Einen namentlich auch für die Verkohlung der hier in Betracht kommenden Materialien geeigneten Apparat (Fig. 41) hat sich A. Zwillinger in Wien patentiren lassen. (D. R.-P. Nr. 28613.) Derselbe besteht aus der stehenden guß- oder schmiedeeisernen Retorte *A*, welche mit einem Isolirmantel umgeben ist und durch Rohr *b* mit überhitztem Wasserdampf versorgt werden kann. Am Kopf derselben befindet sich ein genügend weiter, mit Flansch verschließbarer Stutzen zum Füllen und seitlich unten ein solcher zum Entleeren der Retorte. Die flüchtigen Zersetzungsproducte entweichen durch die Kühlschlange *D* nach den eisernen Waschgefäßen *E* zu dem Gasreiniger *F*. Der Dampfüberhitzer besteht aus einem System von starken, gußeisernen Röhren, welche, soweit sie dem Feuer ausgesetzt sind, vor dem Durchbrennen dadurch geschützt werden, daß man sie vor der Zusammenstellung des Apparates mehrere Male mit einer aus 2 Thln. Lehm und 1 Thl. Kieselguhr bestehenden Mischung, welche in sehr dünnem, wässerigem Syrup aufgeschwemmt ist, bestreicht. Es entsteht hierdurch ein dünner Ueberzug, welcher sehr fest haftet, und das Rohr von außen gegen die Zerstörung durch die Flamme schützt. Die Innenseite überzieht sich im Laufe der Zeit mit einer sehr fest anliegenden Schicht von krystallisirtem Eisenoxyd, wodurch jede weitere Zerstörung des Eisens verhindert wird.

Fig. 41.



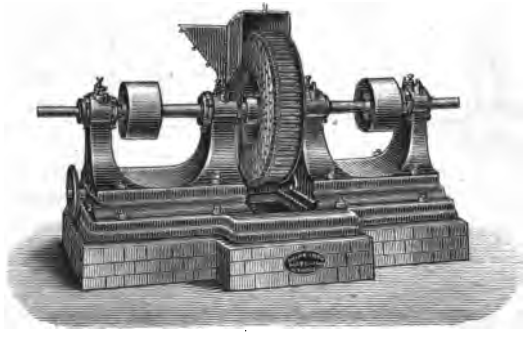
Wenn es sich um die Fabrikation von Schwärze aus Trestern, Braunkohlen oder ähnlichen Materialien, welche wenig werthvolle Destillate bei der Verkohlung ergeben, handelt, wird wohl den verschiedenen Apparaten mit directer Feuerung und ohne besondere Verwerthung der Nebenproducte der Vorzug zu geben sein. Hat man es aber mit Abfällen animalischer Stoffe oder solcher Substanzen, welche viel Ammoniak oder werthvollen Theer liefern, zu thun, so empfiehlt sich die Destillation mit überhitztem Dampf und dürfte der Apparat von Zwillinger gute Dienste leisten. Abgesehen davon, daß die Ausbeuten an Theer und Ammoniaksalzen beim Verkohlen mit überhitztem Dampf größer sind, erhält man auch ein gleichmäßigeres Product als Destillationsrückstand.

Mit den hier aufgeführten Apparaten ist die Anzahl derjenigen, welche sich zur Schwärzefabrikation eignen, keineswegs erschöpft. In anderen Fabrikationszweigen, so in der Holzverkohlung, der Braunkohlentheerschweelerei ꝛc. ꝛc., sind

noch andere Systeme im Gebrauch, die natürlich auch in diesem Falle anwendbar sind. Ihre Construction ist eine complicirtere und ihre Dimensionen sind meistens größere, wie dies ja in der Natur der Sache liegt. Es braucht wohl auch nicht besonders darauf hingewiesen zu werden, daß die Glührückstände aus Braunkohlenschweelereien, die Grude, unter Umständen ein sehr brauchbares und billiges Material zur Schwärzeerzeugung abgeben können. Für gewisse industrielle Bezirke dürfte es sich daher empfehlen, statt des Rohmaterials gleich die fertigen Schweelkohlen in Arbeit zu nehmen.

Auf welche Weise man auch verfahren hat, um eine geeignete Schwärzekohle zu erhalten und aus welchem Material sie auch dargestellt worden ist, so erfährt sie von jetzt ab die gleiche Behandlung. Diese besteht zunächst darin, daß man die Kohle in einen möglichst trockenen Zustand versetzt, sei es durch Trocknen auf Hürden an der Luft oder unter Benutzung der Wärme der von den Oefen

Fig. 42.



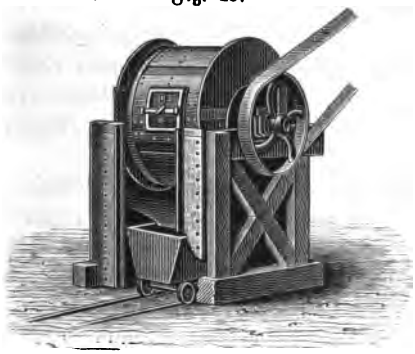
abgehenden Feuergase. Sodann folgt die erste Mahlung, die gewöhnlich in einer den Getreidemahlmühlen ähnlichen Mühle ausgeführt wird. Es eignen sich indessen hierzu alle Systeme, und jedenfalls sind am zweckmäßigsten Desintegratoren (Schleudermühlen) oder sogenannte Mahltrommeln. Diese Apparate sind vollkommen geschlossen und es wird daher das Stäuben des Materials vollständig vermieden.

Das Princip der Desintegratoren beruht auf der durch entgegengesetzte Rotation erzeugten Centrifugalkraft in den Korbstäben der Maschinen. Sie bestehen meist aus vier concentrischen Körben, deren Peripherien mit Stäben von Stahl besetzt sind, wie aus der beigefügten Fig. 42 ersichtlich ist und welche derart in Bewegung gesetzt sind, daß immer der vorhergehende Korb dem nachfolgenden entgegengesetzt rotirt. In den inneren Korb werden die Materialien eingebracht und durch rasche Umdrehung mit bedeutender Wucht gegen ein feststehendes Messer, den Zertheiler, geschleudert und so in kleinere Stücke zerschellt; diese gelangen in den zweiten Korb und werden hier in entgegengesetzter Richtung herumgeworfen, wodurch die Stückchen einer weiteren Zerkleinerung ausgesetzt sind. Dasselbe wiederholt sich in den folgenden Körben, so daß das Material, wenn es die Maschine verläßt, in ein Pulver von beliebiger Feinheit umgewandelt ist. Die Leistungs-

fähigkeit der Desintegratoren ist bei einem verhältnißmäßig geringen Kraftaufwande eine nahezu unübertreffliche, sie sind in Folge des höchst einfachen Mechanismus geringen Reparaturen ausgesetzt und finden daher in der Industrie mit Recht eine immer größere Verbreitung.

Ein anderes, ebenfalls sehr zweckmäßiges System repräsentiren die sogenannten Mahltrommeln, von welchen Fig. 43 eine Ansicht giebt. Dieselben bestehen der Hauptsache nach aus einer schmiedeeisernen Trommel von entsprechender Dimension, welche an einer horizontalen Achse auf einem Lagerbock montirt ist.

Fig. 43.



Die Trommel besitzt zwei sich gegenüberliegende Füllöffnungen mit Bügelverschluß, und befindet sich ganz in einem Gehäuse aus Eisenblech, von welchem in der Zeichnung nur die beiden Seitenwände und theilweise die mit einer Schieberthür versehene Vorderwand sichtbar sind. Jedes der beiden Mannlöcher ist mit zwei Deckeln versehen: einem Volldeckel, welcher aufgeschraubt wird, wenn die Mühle in Thätigkeit ist, und einem durchbrochenen, mit welchem man ersteren ersetzt, wenn dieselbe entleert werden soll. Die Mühle ist mit einer genügenden Anzahl gußeiserner Kugeln von der Größe einer Kartätsche angefüllt, welche durch ihre rollende Bewegung das eingefüllte Material in kurzer Zeit zerkleinern. Es ist klar, daß die Löcher am durchbrochenen Deckel der Füllöffnungen nicht so groß sein dürfen, daß beim Entleeren auch die Kugeln mit herausfallen. Die Entleerung geschieht bei vollständig geschlossenem Gehäuse in einen unter die Trommel geschobenen kleinen Wagen.

Es ist bezüglich der ersten Mahlung des Schwärzegutes noch ganz besonders zu erwähnen, daß man dieses, besonders wenn es aus den Cylindern oder Retorten in geschlossenen Gefäßen zur Abkühlung gebracht worden ist, erst ganz kalt werden lassen muß, bevor man es in die Mühle bringt, weil sich sonst das gröbliche Pulver bei längerem Liegen, was ja bisweilen vorkommt, leicht entzünden kann. Einen derartigen Fall spontaner Selbstentzündung bei Holzkohle beobachtete Hargreaves[1]), welcher fand, daß Kohle, die nur 24 Stunden Zeit zur Abkühlung hatte, bis sie pulverisirt wurde, beim Aufbewahren in offenen Gefäßen allmälig heiß wurde und nach 36 Stunden zu brennen anfing. Wurde das Pulvern erst nach drei Tagen vorgenommen, so zeigte sich nachher keine bemerkenswerthe Temperaturerhöhung. Ueber einen ähnlichen Fall berichtet G. Roll[2]). Auf einem eisernen Kollergang wurden 10 kg Holzkohle zu feinem Pulver (Pulvis subtilis) vermahlen. Das Pulver wurde in ein Faß gethan und blieb während

[1]) Städel, Jahresber. 1874, S. 50; Chem. News 29, 117; Journ. Chem. Soc. [2] 12, 420. — [2]) Chem. Ztg. 1887, S. 1365.

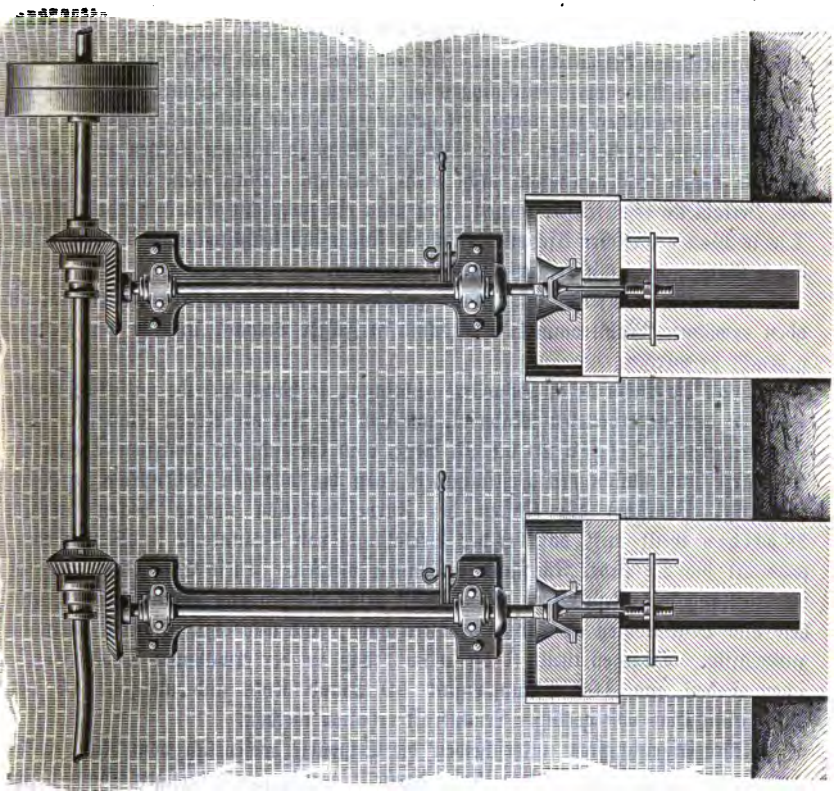
vier Tagen in einem Raume stehen, welcher im Laufe dieser Zeit nicht mit Licht oder brennenden Stoffen betreten worden war. Am vierten Tage waren Faß und Holzkohle verbrannt, und es bleibt nur die Möglichkeit einer Selbstenzündung zur Erklärung dieser Thatsache, was ja auch mit der vorstehenden Beobachtung von Hargreaves durchaus in Einklang steht.

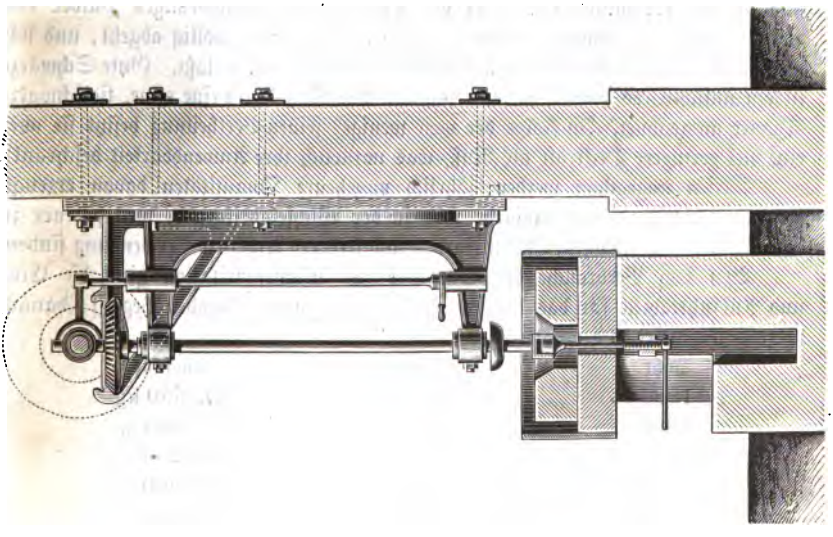
Das in einer der erwähnten Mühlen erzielte gröbliche Pulver gelangt nun in sogenannte Naßmühlen, wie sie vielfach in Ultramarin- und Farbenfabriken im Gebrauch sind, und verläßt dieselben nicht eher, als bis es vollständig in ein unfühlbares, feines Pulver verwandelt ist. Bei einem so leichten Körper ist das Trennen der gröberen und feineren Theilchen durch Schlämmen begreiflicherweise nicht durchführbar; man ist daher gezwungen, die Naßmühle so lange functioniren zu lassen, bis die Gesammtmasse sich im Zustande feinster Vertheilung befindet. Aus diesem Umstande geht ohne Weiteres hervor, daß das Vorhandensein einer billigen Betriebskraft eine der ersten Bedingungen für die Anlage einer Schwärzefabrik ist.

Bekanntlich unterscheiden sich die zum Mahlen von Erd- und Mineralfarben angewendeten Naßmühlen, deren Anordnung aus Fig. 44 ersichtlich ist, von den gewöhnlichen Mühlen, welche den zu mahlenden Körper in trockenem Zustande verarbeiten, dadurch, daß das nasse Mahlgut nach dem Durchgang zwischen den beiden Steinen an der Peripherie nicht sofort abgeführt, sondern eine bestimmte Zeit hindurch immer wieder zwischen die Steine gebracht wird. Man muß, um diesen Effect hervorzubringen, dem Läufer, falls er nicht aus mehreren Stücken ohne Verbindung unter einander besteht, mit zwei oder drei, nach Umständen auch mehreren tiefen Rinnen versehen, die mit ihrer äußeren Seite tangential zu der centralen Aushöhlung des Steines stehen. Diese Rinnen haben den Zweck, an dem Umfang des Läufers das von den arbeitenden Steinflächen ausgestoßene Mahlgut wieder aufzunehmen; dieser Zweck wird vollkommen erreicht, indem dasselbe von dem Wasser, welches in diese Canäle eintritt, mitgerissen wird. Die schweren Theilchen bewegen sich bei diesem Vorgange zunächst der Ebene des Bodensteins nach innen und werden hierbei abermals von den Mahlflächen der Steine ergriffen. Während das Wasser, dessen Gesammtmasse so groß ist, daß es einige Zoll über dem Läufer wegsteht, einerseits durch das in der Mitte des letzteren befindliche Loch nach oben tritt, drängt es sich andererseits zwischen dem Läufer und der Wand des Bottichs hindurch wieder nach der Mahlfläche, um seinen Kreislauf zu vollenden und dieses Spiel aufs Neue fortzusetzen.

Das Mahlgut wird auf diese Weise schließlich in ein äußerst feines, unfühlbares Pulver verwandelt, was je nach der besonderen Beschaffenheit des Materials 10 bis 20 Stunden in Anspruch nimmt. Jede einzelne Mühle vermag 50 bis 60 kg Material aufzunehmen. Das fein gemahlene Product gelangt schließlich aus der Mühle durch Rinnen auf offene, kastenartige Filter, oder zweckmäßiger, es wird mit Hülfe eines Montejus durch eine Filterpresse gedrückt.

Zum Trocknen dienen in der Praxis die verschiedenartigsten Vorrichtungen. Manche Fabriken bringen das filtrirte Product auf Bretter, die sie in einem mit geeigneten Gestellen versehenen Lattenbau der Luft aussetzen. Wieder andere benutzen die beim Calciniren abgehende Wärme, indem sie dieselbe ein System





von Rippenröhren passiren lassen zur Heizung von Trockenräumen für die nasse Waare. Welcher Art Vorrichtung man den Vorzug geben will, hängt hauptsächlich von örtlichen Verhältnissen ab. Da und dort hat man wohl, um die Schwärze möglichst von Aschenverunreinigungen zu befreien, die nasse Waare mit Salzsäure ausgezogen, gewaschen und dann erst getrocknet. Heute wird dies Verfahren wohl nirgends mehr durchgeführt. Die Schwärze ist zu so billigen Preisen zu beziehen, daß sie diesen Kostenaufwand nicht mehr verträgt. Man muß daher während des Verkohlens schon dafür sorgen, daß man ein möglichst reines Product erzielt. Die in Wasser löslichen Aschenbestandtheile lassen sich leicht während des Filtrirens durch Nachwaschen mit reinem Wasser entfernen.

Die getrocknete, nur lose zusammenhängende Waare passirt noch einmal die oben erwähnte Mahltrommel, um dann in Fässer verpackt und in den Handel gebracht zu werden.

Was die Ausbeute an Schwärze anbelangt, so hängt dieselbe natürlich ebenso sehr von dem verarbeiteten Material, wie von der Art der Arbeit selbst ab. Bei Trestern erhielt Illgen 20 bis 25 Proc. vom Gewicht der trockenen Trester an Schwärze und glaubt mit Bestimmtheit, daß die sonstigen Nebenproducte (Gas, Holzessig, Potasche) die Kosten der Farbefabrikation nahezu decken werden. Matthey theilt mit, daß bei der Verkohlung von Braunkohle in Töpfen ebenfalls 20 bis 25 Proc. Rückstand gewonnen werden. Diese Erfahrungen stehen im Einklang mit Resultaten, die ich selbst beim Glühen von Weintrestern, Weinhefe und Braunkohlen in Töpfen erhalten habe, sind also ohne Zweifel durchaus zuverlässig. Dagegen theilt Illgen mit, daß in der erwähnten Zumstein'schen Fabrik aus 100 Pfund Lignit 50 Pfund Koks und ungefähr 16 bis $16^1/_2$ cbm Gas von geringer Leuchtkraft erhalten werden.

Ihre Eigenschaften unterscheiden die Schwärze wesentlich vom Ruß; während letzterer eine zarte, flockige Masse darstellt, welche sammetartigen Glanz besitzt und äußerst voluminös ist, bildet die Schwärze ein staubförmiges Pulver von viel bedeutenderer Schwere, welchem irgend welcher Glanz völlig abgeht, und sich nur durch Anreiben des Farbmaterials mit Firniß erreichen läßt. Gute Schwärze ist ein unfühlbares Pulver, welches sich vor dem Ruß durch eine reine, tiefschwarze Nüance auszeichnet. In Folge der weit weniger feinen Vertheilung besitzt sie aber eine viel geringere Deckkraft als Ruß, was natürlich ihre Anwendbarkeit beschränkt.

Dessen ungeachtet werden jährlich ungeheure Quantitäten davon erzeugt, die hauptsächlich als Anstrichfarbe und in der Wichsefabrikation, weit seltener zu Druckerschwärze, lithographischen Farben und feineren Arbeiten Verwendung finden.

Von dem Verbrauche der Schwärze zur Wichsefabrikation giebt die Ein- und Ausfuhrtabelle für das deutsche Zollgebiet einen annähernden Begriff; danach wurden importirt und exportirt:

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr
1880	158 480 kg	702 550 kg
1881	157 500 „	703 200 „
1882	133 600 „	979 200 „
1883	166 400 „	1201 900 „
1884	172 100 „	1284 500 „

Stiefelwichse. Directe Zahlen über den Consum von Schwärze sind leider nicht zu finden, doch zeigt diese statistische Zusammenstellung für einen einzigen Artikel, die zumal nicht einmal den Consum für die Bedürfnisse des Inlandes berücksichtigt, daß derselbe ein ganz bedeutender ist.

Die Preise für Schwärze schwanken je nach der Qualität beinahe ebenso stark wie beim Ruß. So wird gegenwärtig notirt:

	Per 100 kg
Frankfurter Schwarz in Pulver . . .	13,50 Mk.
Rebschwarz	20 — „
Beinschwarz	22,50 „
Pariser Schwarz, Ia. in Stücken und gemahlen	65 — „

Letzteres stellt ein durch Extraction mit Salzsäure gereinigtes Rebschwarz dar, welches ausschließlich zu feineren Steindruck- und Kupferstichfarben verarbeitet wird, denen es den bekannten bräunlichen Ton verleiht. Die Bezeichnung „in Stücken" bezieht sich darauf, daß die Waare nach dem, der nassen Mahlung folgenden Trockenproceß nicht mehr zerkleinert worden ist. Sie repräsentirt in diesem Zustande eine lockere, leicht zerreibliche Masse, die unter dem Reibsteine zu einem unfühlbaren Pulver zerfällt.

IV.

Prüfung und Werthbestimmung.

Prüfung und Untersuchung des Rußes und der Schwärze.

Die Untersuchung oder Werthbestimmung des Rußes oder der Schwärzen kann in mehrfacher Absicht geschehen: einmal, um die Natur des Productes oder seine Reinheit oder Verfälschung mit anderen Substanzen festzustellen, ferner um die Deckkraft oder den tinctorialen Werth desselben und endlich seine Qualität und Nuance kennen zu lernen. Jede dieser Voraussetzungen erfordert einen besonderen Gang der Untersuchung, der für die erstgenannten Fälle begreiflicherweise chemisch-analytischer Natur ist, während er für die letztgenannten Fälle auf rein physikalischen Principien beruht. In der Regel handelt es sich bei der Prüfung des Rußes und der Schwärzen weniger um die Feststellung der Identität eines Materials, als vielmehr um die Beantwortung der Frage nach der Ausgiebigkeit und dem Farbenton, welchen es liefert.

Im Nachfolgenden wollen wir kurz die Methoden wiedergeben, vermittelst welcher man im Stande ist, diese Frage zu entscheiden, und reihen daran die Besprechung der in Betracht kommenden chemisch-analytischen Arbeiten. Wir wollen übrigens nicht verfehlen, besonders darauf hinzuweisen, daß diese Methoden zum großen Theil nur dann von Erfolg sein können, wenn man gleichzeitig einen vergleichenden Versuch mit einem mustergültigen Product (Type) ausführt, weil man nur dann sicher sein kann, daß das betreffende Product den Anforderungen genügt, welche an dasselbe gestellt werden. Für die Identificirung der verschiedenen Schwarzfarben, welche, wie anerkannt werden muß, eine schwierigere Aufgabe ist, werden wir in einem darauf folgenden Capitel den nöthigen Aufschluß geben.

Prüfung auf Deckkraft und Nuance.

Die Beurtheilung der Qualität eines Rußes erfordert große Erfahrung und eine lange Uebung, wenn man sich nicht schweren Täuschungen aussetzen will. Es

ist nicht so leicht, wie es auf den ersten Blick erscheint, ein wirklich reines Schwarz von einem braun nuancirten zu unterscheiden, und dem ungeübten Auge kann es leicht passiren, daß es einen Ruß für tadellos schwarz ansieht, der für den Kenner deutlichen Braunstich zeigt. Nur durch fortgesetzte Uebung gelingt es, das Auge dermaßen zu schärfen, daß es die geringen Differenzen in der Nuance wahrnimmt, die gerade beim Schwarz besonders schwierig zu finden sind.

Die Ursache der Braunfärbung des Rußes sind in den meisten Fällen die empyreumatischen Stoffe, die bei der Fabrikation entstanden und der Verbrennung entgangen sind, und die der bereits abgeschiedene Ruß in seiner bekannten Absorptionsfähigkeit für derartige Stoffe aufgenommen hat. Die Menge derselben ist sehr schwankend; sie kann bis zu 10 bis 15 Proc., ja selbst mehr betragen, in welchem Falle der Ruß jedoch sich fettig anfühlt und schmierig wird. Für gewisse Industriezweige wird ein derartiger, sogenannter „fetter Ruß“ verlangt, während er für andere wieder vollkommen frei von Empyreuma sein muß.

Da diese brenzlichen Producte in Alkohol und Benzol ꝛc., wie wir gesehen haben, mit mehr oder weniger brauner Farbe löslich sind, so gelingt ihr Nachweis leicht bei der folgenden Probe: Auf ein reines, weißes Stück Papier von circa 10 cm im Quadrat giebt man einige Tropfen Spiritus oder Benzol, bringt mittelst der angefeuchteten Fingerspitze den zu untersuchenden Ruß auf das Papier, und reibt ihn mit dem Benzol oder Sprit möglichst gleichmäßig und deckend an. Nach dem Trockenwerden der Fläche hat man Folgendes zu beachten: Man besieht sich die Rückseite des Papiers und beobachtet, ob die Flüssigkeit, welche das Papier durchdrungen hat, beim Verdunsten einen gelben Fleck, sogenannten Durchschlag, hinterlassen hat. Bei feinen Rußsorten bleibt die Rückseite weiß, bei gewöhnlichen, d. h. solchen, die viel Schweelproducte enthalten, zeigt sich ein gelber Durchschlag, der auch die angestrichene Fläche mit einem gelben Rande umgiebt. Calcinirter Ruß ist immer „weiß durchschlagend“, während bessere Rußsorten einen schwach gelben, gewöhnliche aber einen ins Braune ziehenden Durchschlag geben. Durch Vergleich mit dem Type bei gutem Tageslicht bestimmt man die Nuance. Gute Rußsorten zeigen, auf Papier aufgestrichen, stets einen eigenthümlichen, sammetartigen Lüster bei geeigneter Betrachtung (über die Hand, wie der technische Ausdruck lautet), gewöhnlichen Sorten geht derselbe mehr oder weniger ab.

Schwärzen geben keinen, oder nur einen sehr geringen Durchschlag; will man dieselben nach vorstehendem Verfahren prüfen, so muß man statt Sprit oder Benzol eine dünne Leimlösung zum Anreiben benutzen, weil dieselben in Folge ihrer weit weniger feinen Vertheilung nach dem Abtrocknen der Flüssigkeit wieder abspringen.

Mit der Prüfung auf die Nuance verbindet man in der Regel die Bestimmung der Deckkraft. Kreßler[1]) hat angegeben, daß

1 Gran Kienruß, mit
2 „ Gummi,
24 Tropfen Wasser,

[1]) Runge, Grundriß der Chemie. München 1846, S. 65.

auf das Feinste abgerieben, eine Fläche von 50 Quadratzoll, vermittelst eines Haarpinsels aufgestrichen, vollständig decken müsse.

Mit Recht macht Runge[1]) diesem Verfahren den Vorwurf der Ungenauigkeit, da die Tropfen sehr ungleich sein können, und selbst 24 große Tropfen kaum hinreichen würden, um 50 Quadratzoll Oberfläche zu benetzen, da ferner das Wasser beim Anreiben verdunstet und auch Farbe im Pinsel bleibt. Er schlägt daher vor, die Mischung in einem größeren Verhältniß zu machen, und davon einen gewogenen Theil aufzustreichen. Nach ihm reibt man in der Reibschale 5 g Kienruß mit 10 g Sprit zu einem gleichmäßigen Teig an, dem man nachher 100 g Gummiwasser, welche 10 g Gummi enthalten, unter gutem Durcheinanderarbeiten, zusetzt. Mittelst eines trockenen Pinsels nimmt man etwas Farbe heraus, und streicht dieselbe nach dem Wägen des Pinsels auf weißes Schreibpapier, welches in Quadratcentimeter eingetheilt ist. Man zählt die Anzahl der geschwärzten Quadrate, wägt den Pinsel zurück und findet auf diese Weise die Deckkraft des fraglichen Rußes im Vergleich zum Type. Diese Methode ist natürlicherweise auch zur Untersuchung der Schwärzen anwendbar.

Neuerdings benutzt man zur Bestimmung der Deckkraft und Reinheit der Ruße, wie überhaupt aller schwarzen Farben, ein viel einfacheres und genaueres Verfahren. Es beruht dies auf der Mischung dieser Materialien mit einem indifferenten, weißen Pulver, am besten Bleiweiß, Zinkweiß oder Kaolin. Wird reinster Ruß mit weißen Körpern innig gemischt, so entsteht ein Grau von reinem Ton; je mehr brenzliche Producte ein Ruß enthält, desto unreiner, brauner nuancirt, fuchsiger wird das Grau, und desto geringer ist auch seine Deckkraft.

Nach W. Stein[2]) nimmt man 0,5 g einer Normalsubstanz, deren Werth man kennt, zerreibt sie auf das Feinste und mischt nach und nach 5 g Kaolin zu. Die gleiche Menge des zu untersuchenden Productes behandelt man ebenso, wobei man zugleich Gelegenheit hat, den Farbenton zu beobachten. Ist nach beendigter Mischung die Farbe in beiden Fällen gleich, so besitzen auch beide Materialien gleiche Färbekraft. Erweist sich die der zu beurtheilenden Substanz geringer, so mischt man der Normalprobe abgewogene Mengen des weißen Pulvers nach und nach so lange bei, bis beide Farben gleiche Höhe erkennen lassen. Ist das Umgekehrte der Fall, so wird der zu beurtheilenden Probe weißes Pulver in derselben Weise beigemischt. Das Färbevermögen verhält sich dann wie die Menge an zugesetztem weißem Pulver. Wesentlich vereinfacht und erleichtert wird die Arbeit, wenn man sich von der Normalprobe eine ganze Reihe von Normalmischungen mit verschiedenen Mengen weißen Pulvers herstellt, um damit sofort die zu untersuchende Probe vergleichen zu können. Unter allen Umständen ist eine richtige Beurtheilung der Farben nur möglich, wenn die Mischung auf das Innigste bewirkt worden ist, und man von jeder Mischung eine möglichst gleich große Menge auf ein Blatt Papier gebracht und ganz flach gedrückt hat.

Gentele[3]) schlägt vor, 2 g des Rußes mit Oel neben der gleichen Menge

---

[1]) Grundriß der Chemie, München 1846, S. 65. — [2]) Die Prüfung der Zeugfarben und Farbmaterialien. Eutin 1874, S. 10. — [3]) Lehrb. der Farbenfabrikation. Braunschweig 1880, S. 397.

des Types anzureiben, und dann Bleiweiß zuzusetzen, bis die Proben beim Aufstreichen gleich grau sind. Es mag wohl sein, daß die Resultate dieser Probe in Bezug auf die Deckkraft zuverlässiger sind, als die der vorigen, da eine innige Mischung dabei leichter zu erreichen ist; hingegen läßt sich die Nuance zweifellos nach dem Verfahren von Stein besser bestimmen.

Chemische Untersuchung von Ruß- und Schwarzfarben.

Die chemische Untersuchung des Rußes und der Schwärzen ist von untergeordneter Bedeutung. Sie ist indessen unerläßlich, wenn es sich darum handelt, Verfälschungen mit anderen, schweren Substanzen, z. B. Schwerspath, nachzuweisen oder festzustellen, welcher Abstammung eine Schwärze ist, ob thierischen, vegetabilischen oder mineralischen Ursprungs; und endlich, wenn man über die Quantität der in dem Producte enthaltenen flüchtigen Bestandtheile (Wasser, Schweelproducte) sich Gewißheit verschaffen will.

Die im Handel vorkommenden trockenen Rußschwarze sind selten mit mineralischen Substanzen verfälscht, denn die reinen und feineren Rußsorten stehen unverhältnißmäßig viel höher im Preise, als die weniger guten, so daß sich durch die Verfälschung ein Vortheil nicht leicht erzielen läßt. Indessen ist es hin und wieder beobachtet worden, daß dem Ruß Schwerspath incorporirt worden war, von dem er ziemliche Mengen verträgt. Weit häufiger finden sich derartige Zusätze bei den angeriebenen schwarzen Farben, den Oelfarben geringerer Qualität, während bei den Schwärzen in Folge ihres billigen Preises Zusätze beinahe ausgeschlossen sind. Bei der Untersuchung von Oelfarben befolgt man den gleichen Gang wie bei den trockenen Farben, nur muß man dieselben zuvor durch Extraction mit Aether, Schwefelkohlenstoff oder Benzin ihres Oelgehaltes entledigen.

Zu diesem Zwecke wird eine abgewogene Probe der Farbe in einem Extractionsapparate mit Rückflußkühler durch das betreffende Lösungsmittel entfettet, getrocknet und zurückgewogen; man erfährt auf diese Weise gleichzeitig die Menge des zum Anreiben benutzten Oels, und kann nach Verdunstung des Lösungsmittels auch dieses selbst auf seine Natur prüfen. Man kann diese Operation einfach in der Weise ausführen, daß man die Farbe in einem Kolben mit Kühlrohr mit dem Lösungsmittel kocht, und die kochende Flüssigkeit durch ein Filter laufen läßt. Durch Nachwaschen mit Extractionsmitteln befreit man den Farberückstand vollkommen von öligen Producten und trocknet ihn bei mäßiger Temperatur. Zweckmäßiger verwendet man dazu aber einen der gebräuchlichen Extractionsapparate, von denen der Drechsel'sche oder der Thörner'sche die geeignetsten sind.

Manche angeriebene Farben enthalten als Bindemittel Gummi, thierischen Leim, Honig und endlich Harz, Wachs und Balsame. Hierher gehören die Aquarellfarben und die feuchtbleibenden Moist-Farben. Handelt es sich darum, die Natur des Pigmentes derselben zu ermitteln, so werden dieselben zunächst mit kochendem Wasser extrahirt, und, falls es sich zeigt, daß sie gleichzeitig noch

ein darin unlösliches Bindemittel enthalten, darauf eine zweite Extraction mit Aether oder Benzin ꝛc. folgen gelassen. Im Uebrigen verweisen wir bezüglich der vollständigen Analyse derartiger gebrauchsfertiger Farben auf das vorzügliche Werk von Gentele[1]), welches sich hierüber ausführlich verbreitet.

Hat man das Pigment einer angeriebenen Farbe auf die angegebene Weise isolirt, so erfolgt die weitere Untersuchung ebenfalls nach untenstehendem, für die trockene Schwärze gültigen Verfahren.

Zur raschen Identificirung der Schwärzen bedient man sich häufig der entfärbenden Wirkung der Knochenkohle, welche dieselbe auf gefärbte Flüssigkeiten vegetabilischen Ursprungs, z. B. Rothwein, Lackmustinctur, Caramellösung ꝛc., ausübt, und welche allen anderen Schwarzfarben vollständig abgeht. Man hat nur nöthig, eine derartige Flüssigkeit längere Zeit mit dem zu prüfenden Material zu kochen, zu filtriren und das Filtrat mit der ursprünglichen Flüssigkeit zu vergleichen, um zu entscheiden, ob eine Schwärze aus thierischen Abfällen bereitet worden ist oder nicht.

Dies ist zwar für die meisten Zwecke ganz gleichgültig, allein es kommt doch häufig vor, daß man in die Lage versetzt wird, ein Elfenbeinschwarz, das, wie wir gesehen haben, meistens nur den Namen trägt, auf seinen wahren Ursprung zu prüfen. Zur Charakterisirung der thierischen Kohle genügt es nach H. Krätzer[2]), 10 g der Substanz in einem Porcellantiegel zu veraschen. Besteht dieselbe aus Thierkohle, so darf sie nur $^1/_{10}$ ihres Gewichtes verlieren. Ergänzendes Material für diesen Zweck bietet die später zu beschreibende Aschenbestimmung.

I. Bestimmung der flüchtigen Bestandtheile.

Die flüchtigen Bestandtheile des Rußes und der Schwärzen sind Feuchtigkeit und theerige Producte und es hängt z. B. für den Ruß die Qualität in erster Linie von der An- oder Abwesenheit derselben ab. Gaudry[3]) schreibt denselben die vielfach beobachtete Zerstörung der von ihm gedeckten Unterlagen (Papier, Eisen) zu und fand im besten Kienruß noch bis zu 5 Proc., in schlechten Qualitäten dagegen bis zu 50 Proc. ihres Gewichtes an theerigen Bestandtheilen. Es ist daher begreiflich, daß man einen Ruß, der sich bei der Vorprüfung auf Qualität und Nuance als empyreumahaltig erwies, auf die Quantität dieser Verunreinigung prüft. Es ist auch hier erforderlich, einen Type zum Vergleich zu haben, weil der eine Consument einen fetten Ruß verlangt, während der andere ein möglichst reines Product haben muß. Aus diesem Grunde läßt sich auch keine allgemeine Bestimmung über die Qualität des Rußes geben, sondern man muß sich ganz nach den Anforderungen seiner Kunden richten. Die Bestimmung wird in der Weise ausgeführt, daß man in einen Porcellantiegel mit durchbohrtem Deckel

[1]) Lehrb. der Farbenfabrikation. Braunschweig 1880. — [2]) Neueste Erfindungen und Erfahrungen 8, 11. Chem. Ztg. 1881, S. 42. — [3]) Ann. de Génie civile 1878, p. 161.

eine bestimmte Menge des Rußes fest einstampft, und denselben im Wasserstoffstrome längere Zeit glüht. Sobald die Flamme des austretenden Wasserstoffs nichtleuchtend geworden ist, ist der Proceß beendigt und man läßt im Wasserstoffstrome vollständig erkalten. Die Gewichtsdifferenz ergiebt die Menge der flüchtigen Producte. Man darf bei diesem Verfahren den Wasserstoff nur in sehr langsamem Strome eintreten lassen, weil er sonst beträchtliche Mengen Ruß mit fortführt.

Diese Methode kommt, wie wir noch bemerken wollen, auch häufig zur Controle des Betriebes in Anwendung, wenn es sich darum handelt, die Producte der verschiedenen Rußkammern oder verschiedener Arbeitsperioden zu sortiren, oder im Voraus zu bestimmen, wie viel Verlust ein Ruß bei der Calcination erleidet. Für den ersten Fall genügt aber meistens schon die Strichprobe mit Aether oder Benzin auf weißem Papier.

Zur Erkennung einer etwaigen Verfälschung des Rußes mit mineralischen Stoffen, oder zur Unterscheidung von Schwärze verschiedenen Ursprungs muß man

II. Die Aschenbestimmung

ausführen. Man benutzt hierzu am besten sehr dünnwandige Porcellantiegel, weil Platingefäße sehr bald zerstört werden. Guter Ruß hinterläßt nur Spuren von Asche, die auf zufällige Verunreinigung durch die Fabrikation zurückzuführen sind. Bei manchen, namentlich aus angeriebenen Farben isolirten Schwarzfarben, die sich durch ihre ganze Beschaffenheit als Ruße charakterisiren, findet man gleichwohl öfter einen sehr bedeutenden Glührückstand, welcher meistens in Salzsäure und Salpetersäure unlöslich ist. Er besteht in der Regel aus Schwerspath, welcher gewöhnlichen Anstrichfarben bis zum vierfachen Gewicht des Rußes beigemischt sein kann. Durch seine Unlöslichkeit in concentrirten Säuren ist derselbe hinlänglich charakterisirt. Selten findet man andere mineralische Verdünnungsmittel, deren Natur auf dem Wege qualitativer Analyse festgestellt werden kann.

Die Natur einer Schwärze ergiebt sich häufig schon aus dem Aeußeren ihrer Asche. Beinschwarz liefert eine weißbrennende, in Salzsäure und Salpetersäure beinahe vollständig lösliche Asche, während Schwärze vegetabilischer Abstammung und namentlich Mineralschwarz einen dunkler gefärbten, oder überhaupt nicht weiß zu brennenden Glührückstand liefern. Dieses Verhalten ist auf die Verbrennungsfähigkeit des darin enthaltenen Kohlenstoffs oder auf die Natur der Aschenbestandtheile zurückzuführen, ist aber nie ganz zuverlässig.

Es ist daher stets zu empfehlen, eine qualitative Untersuchung der Aschen auszuführen, um sichere Resultate zu erzielen. So weiß man z. B., daß der Hauptbestandtheil der Knochenasche phosphorsaurer Kalk (ca. 78 Proc.) ist, daß die Asche von Braunkohlen größtentheils aus Gyps, kohlensaurem und kieselsaurem Kalk, Thonerde und Eisenoxyd besteht, und kann daher leicht aus der Menge der gebildeten Niederschläge ꝛc. auf die Natur des Productes schließen. Rebschwarz dagegen zeigt die allgemeine Zusammensetzung der Pflanzenaschen.

In der nachfolgenden Tabelle geben wir die mittlere Zusammensetzung einiger Aschen sowie des als Schwarzfarbe benutzten natürlichen Kohlenschiefers an, deren Kenntniß zur Orientirung werthvolles Material liefert.

Bestandtheile	Kohlenschiefer (nach C. Bischof)	Braunkohlenasche (Durchschnitt)	Torfasche	Nebenasche (Mittel aus Kern und Ranke) nach Hraschauer	Knochenasche nach Völker
Wasser und org. Substanz	7,43	—	—	—	—
Kali	3,16	1,77	0,50	28,57	0,91
Natron	0,25	1,32	0,60	5,79	
Kalk	0,09	23,09	15,30	32,86	51,65
Magnesia	0,59	2,36	1,30	7,37	1,40
Thonerde	21,73	16,14	14,40	—	0,25
Eisenoxydul	4,73	—	—	—	
Eisenoxyd	—	15,23	8,70	—	
Kieselsäure	61,91	19,23	45,50	1,07	—
Kohlensäure	—	0,70	10,10	—	1,02
Schwefelsäure	—	20,22	2,60	2,50	0,45
Phosphorsäure	—	—	1,30	24,20	41,02
Chlor	—	—	—	0,35	—

Zu vorstehender Tabelle ist zu erwähnen, daß die Aschenanalyse für Braunkohle aus den Resultaten der Analysen von Kremers, Barrentrapp, Köttig und Sonnenschein für die Braunkohlen von Artern, Helmstedt, Groß-Prießen, Edelény, Meißner berechnet worden ist, also jedenfalls eine brauchbare Durchschnittszahl repräsentirt, zumal sie auch noch den mittleren Gehalt verschiedener Fundorte repräsentirt. Die Analysenzahlen für Knochenasche sind der Durchschnitt von fünf Analysen Völker's nach Abzug der Feuchtigkeit und des Sandes.

Wir haben die charakteristischen Bestandtheile der verschiedenen Aschen durch fetten Druck hervorgehoben und gelangen zu folgendem Resultat: Die Asche eines Mineralschwarz zeichnet sich aus durch ihren vorwiegenden Gehalt an kieselsaurer Thonerde, welcher stets ein sicherer Anhaltspunkt zur Identificirung sein wird. Beim Einäschern eines solchen Schwarz zeigt sich, daß der darin enthaltene Kohlenstoff nur sehr schwer verbrennlich ist; die Asche bleibt daher stets dunkel gefärbt. Für Braunkohlenschwarz ist ein verhältnißmäßig hoher Gehalt an Eisenoxyd und Gyps bezeichnend; die Asche bleibt mehr oder weniger gefärbt. Die Torfasche unterscheidet sich wenig hiervon, hat aber stets einen geringen Gehalt an Phosphorsäure, meistens mehr Kieselsäure und Kalk aufzuweisen, ist von weißer, weißgrauer oder rothgelber Farbe.

Die Asche einer Schwärze vegetabilischen Ursprungs kann nicht ohne Weiteres mit der betreffenden Pflanzenasche verglichen werden. Man muß in diesem

Falle berücksichtigen, daß Pflanzenaschen eine beträchtliche Menge wasserlöslicher Stoffe (hauptsächlich Kalisalze) enthalten, welche der Schwärze schon während der Fabrikation (beim nassen Mahlen) entzogen werden. Dessen ungeachtet läßt sich unter Berücksichtigung der normalen Bestandtheile der Pflanzen, Kali, Kalk und Magnesia einerseits, Kohlensäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure andererseits, immerhin mit einiger Sicherheit ein Schluß ziehen. Dazu kommt noch, daß die fossilen Rohmaterialien einen so viel bedeutenderen Gehalt an Kieselsäure zeigen, daß eine Verwechselung nicht leicht vorkommen kann.

Die Knochenasche endlich ist durch ihren hervorragenden Gehalt an phosphorsaurem Kalk hinlänglich charakterisirt. In Folge des Mangels an gefärbten Metalloxyden ist sie meistens von ganz weißer Farbe.

Fassen wir schließlich die Resultate der vorstehenden Aschenanalysen noch tabellarisch zusammen, so gelangen wir zu folgendem Schema, das sich zur raschen und sicheren Beurtheilung einer Schwärze recht gut eignet, wenn man sich gleichzeitig eines mustergültigen Typs bedient.

Bezeichnung der Schwärze	Farbe der Asche	Löslichkeit in concentrirter Salzsäure	Hauptbestandtheile
Mineralschwarz . .	dunkelgrau	fast unlöslich	Thonerdesilicat
Braunkohlenschwarz .	rostgelb	zum Theil löslich	Gyps, Eisenoxyd und Thonerde
Rebschwarz	hellgrau	größtentheils löslich	Kalk, Magnesia und Phosphorsäure
Beinschwarz	weiß	fast ganz löslich	phosphors. Kalk

Bei Anwendung der vorstehend geschilderten Methoden auf die Werthbestimmung von Schwarzfarben wird man stets ein durchaus zuverlässiges Resultat erzielen. Die Verwerthung der Aschenanalyse zur Identificirung derselben liefert in manchen Fällen, namentlich, wenn man es mit Gemischen zu thun hat, zweifelhafte Resultate. In diesem Falle ist die quantitative Bestimmung einiger Haupt- oder charakteristischer Bestandtheile im Vergleich zu reiner Waare auszuführen.

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Gorup-Besanez'
Lehrbuch der Chemie

für den Unterricht auf Universitäten, technischen Lehranstalten und für das Selbststudium.

In drei Bänden. gr. 8. geh.

Erster Band: **Anorganische Chemie.** Siebente Auflage, neu bearbeitet von Albrecht Rau. Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen und einer farbigen Spectraltafel. Preis 12 ℳ.

Zweiter Band: **Organische Chemie.** Sechste Auflage, neu bearbeitet von Dr. Hermann Ost, Privatdocent der Chemie an der Universität zu Leipzig. Mit Holzstichen. Preis 12 ℳ.

Dritter Band: **Physiologische Chemie.** Vierte, vollständig umgearbeitete und verbesserte Auflage. Von Professor Dr. E. F. v. Gorup-Besanez. Mit einer Spectraltafel im Texte und drei Tafeln in Holzstich, den Münchener Respirations-Apparat darstellend. Preis 19 ℳ.

Graham-Otto's
ausführliches Lehrbuch der Chemie.

Fünf Bände. Mit Holzstichen und 1 farbigen Tafel. gr. 8. geh.

Erster Band: **Physikalische und theoretische Chemie.** Bearbeitet von Prof. Dr. A. Horstmann, Prof. Dr. H. Landolt und Prof. Dr. A. Winkelmann. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage des in den früheren Auflagen von Buff, Kopp und Zamminer bearbeiteten Werkes. In 3 Abtheilungen.

Erste Abtheilung. Physikalische Lehren von Dr. A. Winkelmann, Professor der Physik an der Akademie Hohenheim. Preis 13 ℳ.

Zweite Abtheilung. Theoretische Chemie einschliesslich der Thermochemie von Dr. A. Horstmann, Professor an der Universität Heidelberg. Preis 13 ℳ.

Zweiter Band: **Anorganische Chemie.** Neu bearbeitet von Professor Dr. A. Michaelis. Fünfte umgearbeitete Auflage. In 4 Abtheilungen.

Erste Abtheilung. Preis 23 ℳ.
Zweite Abtheilung. Preis 25 ℳ.
Dritte Abtheilung. Preis 24 ℳ.
Vierte Abtheilung. Erste Hälfte. Preis 12 ℳ.
(Zweite Hälfte unter der Presse.)

Dritter bis fünfter Band: **Organische Chemie.**

Dritter Band. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Von Professor Dr. Ernst von Meyer. Preis 17 ℳ.

Vierter Band. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Von Professor Dr. Ernst von Meyer. In 3 Abtheilungen. Preis 24 ℳ.

Fünfter Band. Bearbeitet von Prof. Dr. E. von Meyer und Prof. Dr. A. Weddige in Leipzig und Prof. H. von Fehling in Stuttgart. In 2 Abtheilungen. Herabgesetzter Preis 16 ℳ.

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Ausführliches Lehrbuch der Chemie.

Von **H. E. Roscoe** und **Carl Schorlemmer**,

Professoren der Chemie an der Victoria-Universität, Manchester.

Erster Band: **Nichtmetalle. Zweite vermehrte Auflage.** Mit zahlreichen Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 12 ℳ.

Zweiter Band: **Die Metalle und Spectralanalyse. Zweite vermehrte Auflage.** Mit zahlreichen Holzstichen, 2 farbigen und 2 photographischen Spectraltafeln. gr. 8. geh.

Erste Abtheilung. Preis 8 ℳ.

(Schluss unter der Presse.)

Dritter Band: **Die Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate oder Organische Chemie. Erster Theil.** Mit zahlreichen Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 24 ℳ.

Vierter Band: **Die Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate oder Organische Chemie. Zweiter Theil.** Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen. gr. 8. geh.

Erste bis dritte Abtheilung. Preis 19 ℳ. 50 ₰

(Schluss unter der Presse.)

Kurzes Lehrbuch der Chemie

nach den neuesten Ansichten der Wissenschaft von

H. E. Roscoe und **Carl Schorlemmer**,

Professoren der Chemie an der Victoria-Universität, Manchester.

Achte vermehrte Auflage. Mit zahlreichen Holzstichen und einer farbigen Spectraltafel. 8. geh. Preis 5 ℳ. 50 ₰

Regnault-Strecker's Kurzes Lehrbuch der Chemie.

Bearbeitet von

Dr. Johannes Wislicenus,

Professor der Chemie an der Universität zu Würzburg.

In zwei Bänden. 8. geh.

Erster Band. **Anorganische Chemie.** Neunte verbesserte Auflage. Mit Holzstichen und einer farbigen Spectraltafel. Preis 12 ℳ.

Zweiter Band. **Organische Chemie.** Sechste verbesserte Auflage. Mit Holzstichen. Preis 15 ℳ.

Lehrbuch der Chemie

nach den neuesten Ansichten der Wissenschaft für den Unterricht an technischen Lehranstalten bearbeitet von

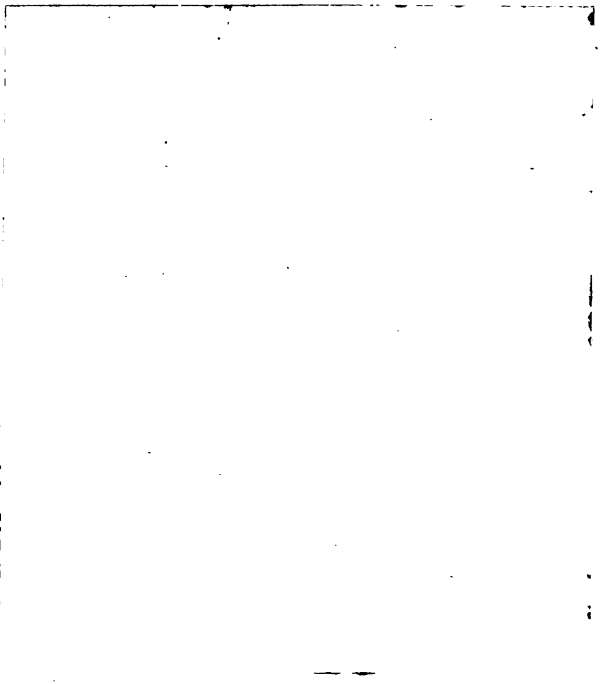
Dr. Max Zaengerle,

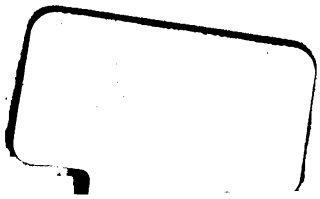
Professor am Königlichen Realgymnasium zu München.

Erster Band. **Unorganische Chemie.** Dritte vermehrte Auflage. Mit 152 Holzstichen und 1 Tafel in Farbendruck. gr. 8. geh. Preis 6 ℳ.

Zweiter Band. **Organische Chemie.** Dritte vermehrte Auflage. Mit 31 Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 3 ℳ.

4





Chem 7005.3
Die Fabrikation des Russes und der
Cabot Science
001571969
3 2044 091 998 021